



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE
TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE SEÑALES Y SISTEMAS



**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA
EL DISEÑO DE SISTEMAS DE RESPALDO DE ENERGÍA Y
REFRIGERACIÓN EN SALAS DE TELECOMUNICACIONES.**

MÉNDEZ B. LUIS M.
RODRÍGUEZ F. MIRIAM C.

Bárbula, 11 de Julio del 2015



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE
TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE SEÑALES Y SISTEMAS



**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA
EL DISEÑO DE SISTEMAS DE RESPALDO DE ENERGÍA Y
REFRIGERACIÓN EN SALAS DE TELECOMUNICACIONES.**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE UNIVERSIDAD DE
CARABOBO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

MÉNDEZ B. LUIS M.
RODRÍGUEZ F. MIRIAM C.

Bárbula, 11 de Julio del 2015



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE
TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE SEÑALES Y SISTEMAS



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes miembros del jurado asignado para evaluar el trabajo especial de grado titulado «DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE RESPALDO DE ENERGÍA Y REFRIGERACIÓN EN SALAS DE TELECOMUNICACIONES.», realizado por los bachilleres MÉNDEZ B. LUIS M., cédula de identidad 21.004.350, RODRÍGUEZ F. MIRIAM C., cédula de identidad 21.028.847, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Firma

Prof. HERNÁNDEZ ELIMAR

TUTOR

Firma

Prof. STEVE BILL

JURADO

Firma

Prof. ROBLEDO FABIAN

JURADO

Bárbula, 11 de Julio del 2015

Dedicatoria

A Dios, quien nos da la vida y la fortaleza para afrontar los retos que se presentan

*A mis padres, a quienes les debo absolutamente todo lo que soy, y quienes han
sacrificado muchas cosas para permitirme obtener mi título*

A mis hermanos que me han apoyado y ayudado durante toda mi vida

Al resto de mi familia, que siempre han estado pendiente de mi bienestar

*A la 3^{ra} y 4^{ta} promoción de ingenieros de telecomunicaciones de la UC,
incluyendo a compañeros como Anthonny Tavera y Mirna Vera, que aunque no
nos graduemos todos juntos, para mí, siempre seremos de la misma promoción*

MÉNDEZ B. LUIS M.

A Dios todopoderoso que por siempre será mi pilar de fuerza

A mis padres, Ruben Rodríguez y Miriam Flores

A mi hermano querido Ruben Rodríguez, por brindarme siempre su mano

A todo aquel que me regaló su granito de arena para culminar esta etapa

RODRÍGUEZ F. MIRIAM C.

Agradecimientos

Primeramente a Dios, por brindarnos toda la paciencia, entendimiento, fuerza, y guiarnos por el mejor camino.

A la Universidad de Carabobo, nuestra Alma Mater, por ser nuestra segunda casa y brindarnos la oportunidad convertirnos en profesionales del país.

A los profesores de la escuela de telecomunicaciones que siempre nos brindaron su apoyo y sus conocimientos, y por siempre actuar acorde al beneficio de los alumnos de esta escuela. En particular, gracias a nuestra profesora y tutor Elimar Hernandez, por guiarnos a través de la elaboración de nuestro trabajo especial de grado.

Agradezco: A mis padres Yasmín Bolívar y Manuel Méndez por creer en mí y darme todo su apoyo para cumplir con esta meta. Muchísimas gracias por todo, los amo. A mis hermanos, quienes han sido siempre un ejemplo para mí y a quienes admiro y quiero demasiado, siempre han estado ahí para mí, gracias. A todos mis amigos, quienes me han ayudado tanto, que han hecho la estadía lejos de casa, bastante más llevadera. Gracias: Alfonzo Wilmer, Arévalo Ismary, Brandt María, Carrillo Angel, Ortega Luis, Quirós Gerardo, Rodríguez(Enmanuel, Miriam Roxana), Tavera Anthonny, en general, a todos mis compañeros que aunque no los nombro, pienso en ellos al escribir estas líneas. Especialmente a las familias Brandt Cevallos, Quirós Sandoval y Rodríguez Flores, y otras familias, quienes me han ayudado en tantas ocasiones que he perdido la cuenta, muchas gracias por todo. Al profesor Carlos Mejías, y en especial a la profesora Grecia Romero a quien le agradezco muchísimo por cómo se portó conmigo. A Yrunú Olivero y a todas las demás personas que de una u otra forma me ayudaron a cumplir con esta meta. **(Luis Méndez)**

Primeramente a Dios que cada día me enseña cómo superar mis metas y me llena de su luz para guiarme en su camino. A mis padres que son y serán por siempre un pilar fundamental en mi vida y sobre todas las cosas mil gracias por darme cada

día su apoyo incondicional, fueron importantes para lograr esta meta y por supuesto a ti hermano que entendías la locura de nuestra carrera. A todos mis amigos y compañeros que día tras día convivimos en las aulas de clase por varios años y a los que conocí fuera de ellas, en especial al grupo los “Chivos”. A mi querida amiga Cristina Ojeda que me ayudó en este arduo trabajo con su sinceridad ante todo y esa mano amiga en los momentos más complicados, verdaderamente, gracias. A todos aquellos profesores que fueron parte de mi formación en la carrera, en especial los de la escuela de telecomunicaciones. Y agradezco de corazón y antemano a todo aquel que me haya regalado de su tiempo para invertirlo en mí y brindarle ese granito de arena a mi vida que me impulsó a lograr este trabajo y esta meta.

(Miriam Rodríguez)

Índice general

Índice de Figuras	IX
Índice de Tablas	XI
Acrónimos	XIII
Resumen	XV
I. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específico	4
1.3. Alcance	4
II. Marco conceptual	7
2.1. Sistema de Telecomunicación	7
2.2. Salas de Telecomunicaciones o Centro de Cómputo	7
2.3. Refrigeración	8
2.4. Sistema de Refrigeración	8
2.4.1. Método del Diseño de Refrigeración	8
2.5. Carga de calor	14
2.6. Sistema de Distribución de Energía	14
2.6.1. Sistema de Energía de Emergencia o Respaldo de Energía	14
2.6.2. Cargas críticas	15
2.6.3. Cargas no críticas	15
2.6.4. Batería	15
2.6.5. Inversor	15
2.6.6. Motogenerador o generador de emergencia	16
2.6.7. Tablero de distribución	16
2.6.8. Dispositivos protectores de sobrecarga	16
2.7. Lenguaje de Programación	16
2.8. Android	17

2.8.1. Android Studio	17
2.8.2. Java	17
2.8.3. APK	17
2.8.4. View	17
2.8.5. Activity	18
III. Procedimientos de la investigación	19
3.1. Etapa 1: Revisión teórica	20
3.2. Etapa 2: Selección del método para el diseño del sistema de refrigeración	21
3.3. Etapa 3: Definición del método de respaldo de energía	34
3.4. Etapa 4: Selección del lenguaje de programación	36
3.5. Etapa 5: Desarrollo de la herramienta computacional	37
IV. Análisis, interpretación y presentación de los resultados	47
4.1. La Herramienta Computacional	47
4.1.1. Principal	48
4.1.2. Acerca de	49
4.1.3. Datos iniciales para el sistema de refrigeración:	50
4.1.4. Datos de la edificación	51
4.1.5. Carga térmica a través de paredes	52
4.1.6. Carga térmica a través del techo	53
4.1.7. Carga térmica a través del suelo	54
4.1.8. Carga térmica a través tabiques	55
4.1.9. Carga térmica por conducción, convección y radiación en ventanas y puertas de vidrio	57
4.1.10. Carga térmica debido a personas y equipos eléctricos	58
4.1.11. Resultados de la refrigeración	59
4.1.12. Datos del sistema de distribución de energía	60
4.1.13. Cargas respaldadas por el banco de baterías	61
4.1.14. Cargas respaldadas por el generador de emergencia	62
4.1.15. Resultados del respaldo de energía	63
4.1.16. Resultados Generales	65
4.2. Diseño del sistema de refrigeración y respaldo de energía por medio de la herramienta computacional	66
4.2.1. Descripción de los datos para el diseño	66
4.2.1.1. Datos iniciales para el sistema de refrigeración	66
4.2.1.2. Datos de la edificación	67
4.2.1.3. Transmisión de calor a través de paredes	69
4.2.1.4. Transmisión de calor a través del techo	70
4.2.1.5. Transmisión de calor a través del suelo	70

4.2.1.6.	Calor por conducción, convección y radiación a través de ventanas y puertas de vidrio	71
4.2.1.7.	Calor debido a personas	72
4.2.1.8.	Datos iniciales del sistema de respaldo de energía . .	72
4.2.1.9.	Cargas del banco de batería	73
4.2.1.10.	Cargas del motogenerador o generador de emergencia	73
4.2.2.	Resultados	74
4.3.	Evaluación de la herramienta computacional	76
4.3.1.	Rendimiento	76
4.3.2.	Manejabilidad	77
4.3.3.	Interfaz gráfica	78
V.	Conclusiones y recomendaciones	79
5.1.	Conclusiones	79
5.2.	Recomendaciones	80
A.	Códigos XML	83
B.	Códigos JAVA	85
	Referencias Bibliográficas	87
	Anexos	
A.	Tablas del método CLTD/SCL/CLF	

Índice de figuras

3.1. Diagrama unifilar.	35
3.2. TextView.	39
3.3. TextView y RadioButtons.	40
3.4. TextView y Spinner 1.	41
3.5. TextView y Spinner 2.	41
3.6. TextView y Spinner 3.	42
3.7. TextView y Spinner 4.	42
3.8. TextView y Spinner 5.	42
3.9. TextView y EditText.	43
3.10. TextView y EditText 2.	43
3.11. Botones.	44
3.12. TextView 2.	45
3.13. TextView, EdifText y Spinner.	45
3.14. Botones 2.	45
3.15. Botones 3.	46
4.1. Diagrama de bloque de la aplicación.	48
4.2. Principal.	49
4.3. Acerca De.	50
4.4. Datos Iniciales.	51
4.5. Datos de la edificación.	52
4.6. Carga térmica a través de paredes.	53
4.7. Carga térmico a través del techo.	54
4.8. Carga térmica a través del suelo.	55
4.9. Calor debido al tabique de albañilería.	56
4.10. Carga térmica por conducción, convección y radiación en ventanas y puertas de vidrio.	57
4.11. Carga térmica debido a personas y equipos eléctricos.	58
4.12. Resultados de la refrigeración.	59
4.13. Datos del sistema de distribución de energía.	60
4.14. Cargas respaldadas por el banco de baterías.	61
4.15. Cargas respaldadas por el generador de emergencia.	63
4.16. Resultados del respaldo de energía.	64

4.17. Resultado general.	65
4.18. Datos iniciales para el sistema de refrigeración.	67
4.19. Datos de la edificación.	68
4.20. Esquema de la edificación.	69
4.21. Datos de las paredes.	69
4.22. Datos del techo.	70
4.23. Datos del suelo.	70
4.24. Datos de la(s) ventana(s) y la(s) puerta(s).	71
4.25. Datos de la cantidad de personas.	72
4.26. Datos iniciales del sistema de respaldo de energía.	72
4.27. Datos del banco de batería.	73
4.28. Datos del motogenerador o generador de emergencia.	74
4.29. Resultados.	75
4.30. Uso del CPU.	76
4.31. Uso de la RAM.	77

Indice de tablas

3.1. Materiales utilizados en la construcción de muros.	22
3.2. Materiales usados en la construcción de techos/suelo.	25
3.3. Materiales usados en la construcción de tabiques	28
3.4. Tipos de vidrios	30

Acrónimos

ABAE	Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales
AC	Alternating Current
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers
BTU	British Thermal Unit
CEN	Código Eléctrico Nacional
COVENIN	Comisión Venezolana de Normas Industriales
CLTD	Cooling Load Temperature Differential
DC	Direct Current
CLF	Cooling Load Factors
DTE	Differential Temperature Equivalent
IDE	Integrated Development Environment
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	International Organization for Standardization
INAMEH	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
NEC	National Electrical Code
SCL	Solar Cooling Load
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
TRF	Tonelada de Refrigeración
USB	Universidad Simón Bolívar

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA
EL DISEÑO DE SISTEMAS DE RESPALDO DE ENERGÍA Y
REFRIGERACIÓN EN SALAS DE TELECOMUNICACIONES.**

por

MÉNDEZ B. LUIS M. y RODRÍGUEZ F. MIRIAM C.

Presentado en el Departamento de Señales y Sistemas
de la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones
el 11 de Julio del 2015 para optar al Título de
Ingeniero de Telecomunicaciones

RESUMEN

El presente trabajo consiste en la elaboración de una herramienta computacional, con la cual se logra realizar el diseño del sistema de refrigeración y respaldo de energía en una sala de telecomunicaciones de forma rápida, sencilla y precisa. La herramienta computacional se realizó bajo la plataforma Android, aportando así una fácil adquisición y una forma portátil de obtener dicho resultado. Esta aplicación tiene como fin solventar el problema que se presenta a la hora de realizar el diseño del sistema de refrigeración y respaldo de energía en una sala de telecomunicaciones, sabiendo que éste radica en la selección de un método para el cálculo de las cargas térmicas y capacidad del equipo de refrigeración que cumpla con las

condiciones del entorno del país para dichas salas y además de la selección de un sistema de distribución de energía adecuado. Por lo que, adicionalmente para la obtención de dichos métodos se requiere de una gran cantidad de cálculos haciendo que el diseño del sistema de refrigeración y respaldo de energía sea un trabajo laborioso. Ahora, con el uso de la herramienta computacional se reduce en gran medida el tiempo que se necesita para realizar este tipo de diseño. La complejidad del uso de la herramienta es realmente baja, por lo que esta herramienta es adecuada también para usuarios que no sean expertos en el manejo de Android, por otro lado, debido al bajo requerimiento de hardware de la herramienta, la misma funciona sin problema en la mayoría de los dispositivos Androids activos, siempre y cuando los mismos cuenten con un sistema operativo mayor o igual a Android 4.0 "Ice Cream Sandwich".

Palabras Claves: Herramienta computacional, salas de telecomunicaciones, data center, refrigeración, respaldo de energía, Android.

Tutor: HERNÁNDEZ ELIMAR

Profesor del Departamento de Señales y Sistemas

Escuela de Telecomunicaciones. Facultad de Ingeniería

Capítulo I

Introducción

1.1. Motivación

Las organizaciones que ofrecen servicios de telecomunicaciones, buscan que este sea confiable, continuo y de alta calidad, esto las obliga a que empleen técnicas para evitar desperfecto, e incluso para mantener el servicio disponible aún cuando éstos se presenten. En muchas ocasiones, las fallas que interrumpen los servicios de telecomunicaciones, están directamente relacionadas con los equipos que se alojan en las salas de telecomunicaciones o centros de cómputo (Datacenters), por lo que éstas tienden a cumplir ciertos criterios en pro de evitar daños a los equipos que se encuentran dentro de las mismas y así evitar también las fallas que puedan interrumpir el servicio o degradar su calidad.[1]

Es común observar sistemas de refrigeración y respaldo de energía en torno a las salas de telecomunicaciones, de esa manera, se les brinda a los equipos ahí presentes, la temperatura, humedad y calidad de energía necesaria para que trabajen en optimas condiciones y prolonguen su vida útil.

Ahora bien, el sistema de refrigeración en una sala de telecomunicaciones debe ser previamente estudiado y diseñado de manera que satisfaga las necesidades de refrigeración de la sala, esto es, realizar un estudio de todas las cargas térmicas que afectan al local y seleccionar un equipo de refrigeración cuya capacidad cubra

el efecto de las cargas térmicas calculadas. Es importante la selección de un método de cálculo para el diseño del sistema de refrigeración que cumpla las diferentes normas y/o recomendaciones de los organismos competentes en el área. Gonzales M. y Velasco O. plantean en su trabajo de grado, diferentes métodos de acondicionamiento de aire con menos consumo energético, sin el uso de refrigerantes nocivos para el medio ambiente. Ellos especificaron un procedimiento para calcular las cargas térmicas en las salas de telecomunicaciones como lo establecen las recomendaciones de la ASHRAE, el cual, se tomó como orientación para el cálculo de refrigeración en el desarrollo de la herramienta computacional.[2]

De igual forma, es importante también realizar cálculos previos al diseño del sistema de respaldo de energía que cumpla con los estándares y recomendaciones que se observan en la IEEE, COVENIN, CEN, IEC, entre otras fuentes, con el fin de garantizar la continuidad del servicio aun cuando se presenten fallas en el sistema eléctrico principal. Los cálculos típicos que se realizan ante los diseños de sistemas de respaldo, son el conteo de cargas críticas, no crítica, tamaño y capacidad de la acometida y la canalización además del dimensionamiento del banco de baterías o del generador de emergencia.[3]

Particularmente, en Venezuela se presentan inconvenientes en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), como lo son las perturbaciones que presentan sobre-tensión y caídas de tensión momentáneas o permanentes, ruido o interferencia, distorsión de las señales, variaciones de frecuencia y hasta el desvanecimiento o pérdida total de la tensión por un período razonable de tiempo. Por lo cual, es esencial disponer de un sistema de respaldo de energía con la finalidad de mantener una calidad de tensión para las instalaciones.[3]

Por otra parte, Venezuela se encuentra en una zona intertropical, en consecuencia tiene un clima cálido y lluvioso. Esto obliga a que se implemente un sistema de refrigeración para las salas de telecomunicaciones, con fin de mantener una temperatura y humedad adecuada para los equipos que se encuentren en dichas salas.[4]

Con respecto al diseño de sistemas de refrigeración y respaldo de energía, las herramientas que faciliten los cálculos, son poco accesibles a los ingenieros del área.

La complejidad de estos diseños reside en la elección de un método y la gran cantidad de variables a tomar en cuenta, lo cual, implica que realizar este diseño sin una herramienta que guíe al usuario, genera un trabajo extenso y laborioso. En este orden de ideas se afirma que existe un problema para los usuarios al no disponer fácilmente de una herramienta computacional de este tipo.

Obtener un resultado rápido y confiable de un diseño de los sistemas de refrigeración y respaldo de energía para una sala de telecomunicaciones, se hace posible con la ayuda de una herramienta computacional o software. Esta debe guiar al usuario a través de todo el proceso de cálculo, leer los datos introducidos por el mismo, y por último generar una respuesta coherente a los datos introducidos acerca del dimensionamiento de los equipos de refrigeración y respaldo de energía.

En el ámbito académico, una herramienta computacional de esta índole, ayudará a los ingenieros en la solución de problemas típicos de diseños de sistemas de refrigeración y/o respaldo de energía o a comprobar los resultados de los mismos. Por otra parte, debido a que la herramienta funciona bajo la plataforma Android, es una herramienta portátil, fácil de adquirir, de usar y muy útil para los ingenieros que trabajan en esta área. Por estas razones, la elaboración de la herramienta computacional es un proyecto factible.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar una herramienta computacional para el diseño de sistemas de respaldo de energía y refrigeración en salas de telecomunicaciones.

1.2.2. Objetivos Específico

1. Seleccionar el método para el diseño del sistema de refrigeración en salas de telecomunicaciones.

2. Definir el método para el diseño del sistema de respaldo de energía en salas de telecomunicaciones.
3. Seleccionar el lenguaje de programación para el desarrollo de la herramienta computacional.
4. Desarrollar los algoritmos de programación de la herramienta computacional para el diseño de sistemas de respaldo de energía y refrigeración en salas de telecomunicaciones.

1.3. Alcance

Los resultados obtenidos tras el uso de la aplicación se basan en el dimensionamiento de los equipos de refrigeración, y respaldo de energía, mas concretamente, se obtiene como resultado, la capacidad frigorífica del equipo de refrigeración en $\frac{BTU}{h}$ o TRF, la capacidad que debe tener el banco de baterías en Ah, W o kW, una aproximación de la cantidad de baterías necesarios para el banco y la carga total en W que debe ser respaldada por el generador de emergencia.

Ahora bien, para obtener esos resultados, el usuario debe introducir los datos de la edificación y el ambiente en las diferentes *activities* (ventanas) dedicadas a la adquisición de estos datos. La mayoría de éstos *activities* utilizan valores tabulados para según lo dictan los métodos de cálculo seleccionados, cabe destacar que los materiales considerados en la aplicación son los materiales comúnmente usados en construcciones venezolanas que ofrece la bibliografía de donde se obtuvo el método.

La aplicación no señala marcas o modelo de los equipos comerciales que podrían instalarse para cumplir con los requerimientos de la sala. Tampoco señala muchos otros detalles del sistema, como lo son: la capacidad de las protecciones, las dimensiones de los cables y los tableros, la cantidad de inversores o rectificadores, las dimensiones de la ductería y el tamaño de las rejillas.

Por otra parte, la aplicación trabaja únicamente sobre salas de telecomunicaciones que cumplan con los siguientes requisitos:

- Salas rectangulares
- Salas herméticas con cortina de aire en la puerta o algún otro mecanismo que impida la infiltración de aire exterior.
- Las ventanas, si las tiene, son de un mismo tipo.
- Las puertas son de un mismo tipo.

Capítulo II

Marco conceptual

2.1. Sistema de Telecomunicación

La palabra telecomunicación se deriva del griego, el prefijo “tele” significa “a distancia”, mientras que “comunicación” se puede traducir como “intercambio de información”. Los sistemas modernos de telecomunicaciones, que están basados principalmente en tecnología digital, tienen como finalidad expandirse alrededor del mundo llegando a conectar al mayor número de personas. Un sistema de telecomunicaciones está formado por los sistemas de transmisión y recepción, y según proceda, los equipos de conmutación y demás recursos que permitan la transmisión de señales entre puntos de terminación definidos mediante cable, medios ópticos, radio, o de otra índole.[5][6]

2.2. Salas de Telecomunicaciones o Centro de Cómputo

Los Centros de cómputo (Data centers) o salas de comunicaciones son infraestructuras que albergan una gran cantidad de equipos de tecnología de información usados para procesar, almacenar y transmitir información digital. Estos equipos son ubicados en gabinetes electrónicos o racks de dimensiones estandarizadas. Los centros de cómputo usualmente contienen también equipos de respaldo y conversión

de potencia para asegurar que se mantenga una alta calidad de energía así como equipos de control ambiental para mantener la temperatura y humedad adecuadas dentro de la instalación.[7]

2.3. Refrigeración

Es la rama de la ciencia que trata del proceso de reducir y mantener más baja que su alrededor, la temperatura de un espacio dado o de un producto. Ya que el calor absorbido se transfiere a otro cuerpo, es evidente que el proceso de refrigeración es opuesto al de calefacción.[8]

2.4. Sistema de Refrigeración

El sistema de refrigeración consiste teóricamente en un conjunto de equipos que proporcionan circulación o movimiento al aire de un recinto y mantienen el control de su temperatura con independencia de las condiciones climáticas.[2]

2.4.1. Método del Diseño de Refrigeración

Existe una gran cantidad de métodos para el cálculo de cargas térmicas, la mayoría de estos, presentados por la American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), la cual es una sociedad encargada de la creación y publicación de estándares referentes a calefacción, refrigeración, calidad de aire interior, eficiencia energética, entre otras áreas, en edificaciones[9]. También se pueden citar otras instituciones que han presentado estándares referentes a la refrigeración en espacios interiores como: el ISO, Uptime Institute, AREA, AHRI, HVAC&R, RAC, y algunas otras instituciones. Entre las instituciones mencionadas anteriormente la herramienta computacional se diseñó bajo las normativas presentadas por la ASHRAE, ya que son las más conocida en América.

Debido a lo antes expuesto, el método que se utilizó en el presente trabajo fue Cooling Load Temperature Differential, Solar Cooling Load and Cooling Load Factors (CLTD/SCL/CLF), el cual se basa en una aproximación, asumiendo que el flujo de calor a través de cada cara de la estructura puede ser obtenido al multiplicar la temperatura diferencial (exterior-interior) por valores tabulados de coeficientes de transmisión de calor en cada caso y se define de la siguiente manera:

1. Transmisión de calor a través de paredes, techo y suelo

Para obtener la transmisión de calor a través de paredes, techo o suelo, se utilizó la siguiente expresión:

$$Q = K A DTE \quad (2.1)$$

siendo:

K: Coeficiente global de transmisión a través de paredes, techo o suelo [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$].

A: Área de paredes, techo o suelo [m^2].

DTE: Diferencia equivalente de temperatura.

Es necesario resaltar que el coeficiente global de transmisión indica la cantidad de calor intercambiada en una hora a través de una pared, por m^2 de superficie y por grado de diferencia entre las temperaturas del aire que baña sus caras interior y exterior [10].

La diferencia equivalente de temperatura se define como la diferencia entre las temperaturas de aire interior y exterior capaz, que resulta del flujo calorífico total a través de la estructura originada por la radiación solar variable y la temperatura exterior[10].

2. Transmisión de calor a través de tabique(s) de albañilería

Para obtener la transmisión de calor a través de tabique(s) de albañilería se utilizó la siguiente expresión:

$$Q = \frac{2}{3} K A (T_e - T_i) \quad (2.2)$$

siendo:

K: Coeficiente global de transmisión [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$].

A: Área del tabique de albañilería [m^2].

T_e : Temperatura exterior de bulbo seco [$^\circ C$].

T_i : Temperatura interior de bulbo seco [$^\circ C$].

La temperatura de bulbo seco, es la temperatura indicada por un termómetro cuyo elemento sensible está protegido de la radiación. Como se indica esta temperatura se obtiene tanto en el interior de la sala como en el exterior de ella.[10]

3. Calor por conducción y convección a través de puertas y ventanas de vidrio

Para obtener el calor a través de puertas y ventanas por convección y radiación se utilizó la siguiente expresión:

$$Q = K A (T_e - T_i) \quad (2.3)$$

siendo:

K: Coeficiente global de transmisión [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$].

A: Área de puertas o de ventanas [m^2].

T_e : Temperatura exterior de bulbo seco [$^\circ C$].

T_i : Temperatura interior de bulbo seco [$^\circ C$].

4. Calor por radiación a través de puertas y ventanas de vidrio

Para obtener el calor a través de puertas y ventanas por radiación:

$$Q = Q_r A F_s F_a \quad (2.4)$$

siendo:

Q_r : Aportaciones solares a través de vidrio sencillo [$\frac{W}{m^2}$].

A: Área de puerta(s) o ventana(s) [m^2].

Fs: Factor de sombreado.

Fa: Factor de almacenamiento para el vidrio con o sin sombra.

El factor de sombreado, es la cantidad proporcional de ganancia máxima de calor a través de distintos tipos de vidrio. El factor de almacenamiento, como su nombre lo indica, considera el almacenamiento de una parte de la ganancia de calor solar[2].

5. Calor debido a personas

Para obtener el calor debido a personas se utilizó la siguiente expresión:

$$Q = G N_{\text{de personas}}^{\circ} \quad (2.5)$$

siendo:

G: Ganancia debidas a los ocupantes

En el cuerpo humano se producen unas transformaciones exotérmicas cuya intensidad es variable según el individuo y la actividad desarrollada, por lo que se toma en cuenta el calor sensible y calor latente que se genera debido a los ocupantes. [10]

6. Calor debido a los equipos eléctricos

Para obtener el calor debido a los equipos eléctricos, se toma en cuenta tanto los aparatos eléctricos como la iluminación presente en la sala de telecomunicaciones, bajo la siguiente expresión:

$$Q = 0,9 \text{ Vatios}(\text{totales}) \quad (2.6)$$

7. Calor debido a infiltración y ventilación

Primeramente se debe obtener el calor debido a infiltración por ventanas y puertas y a ventilación para posteriormente obtener el calor total, por lo que para la ventilación se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Ventilación} = N_{\text{de personas}}^{\circ} \text{ Caudal}_{\text{aire exterior}} \quad (2.7)$$

Para la infiltración se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Infiltración} = A \text{ IF } V \quad (2.8)$$

siendo:

V: Velocidad del viento [$\frac{\text{Km}}{\text{h}}$].

IF: Infiltraciones por las puertas o ventanas [$\frac{\text{m}^2}{\text{h m}^2}$]

A: Área de puertas o ventanas [m^2]

Para obtener el calor debido a infiltración y ventilación se utilizó la siguiente expresión:

$$Q = 1,08 (\text{infiltración-ventilación}) (T_e - T_i) \quad (2.9)$$

8. Psicrometría

La psicrometría es la ciencia que trata de las propiedades termodinámicas del aire húmedo y del efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y sobre el confort humano y permite obtener la capacidad total del equipo a utilizar.[10]

Esta capacidad se obtiene bajo la expresión:

$$N_r = m_a (h_i - h_s) \quad (2.10)$$

Utilizando la aproximación de considerar la densidad estándar del aire, la expresión se resume a:

$$N_r = 0,33 V (h_i - h_s) \quad (2.11)$$

siendo:

V: Caudal de aire de suministro [$\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$].

h_i : Entalpía de entrada a la unidad de tratamiento de aire [$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}_a}$].

h_e : Entalpía de salida a la unidad de tratamiento de aire [$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}_a}$].

Ahora, para el caudal de aire de suministro se utilizó la siguiente expresión:

$$V = \frac{Q_{se}}{0,34 (1 - f) (T_i - T_r)} \quad (2.12)$$

siendo:

Q_{se} : Carga sensible efectiva [W]

f: Factor de by-pass

T_r : Temperatura de rocío o temperatura de punto de rocío [$^{\circ}\text{C}$]

T_i : Temperatura interior de bulbo seco [$^{\circ}\text{C}$]

Donde, el valor constante 0.34 se obtiene de considerar la aproximación de la densidad estándar del aire. El factor de by-pass esta definido como el tanto por uno del aire que pasa a través de la batería sin sufrir ningún cambio.[10]

La carga sensible efectiva se obtiene sumándole la carga sensible del aire de ventilación que no ha sido tratado por la unidad de tratamiento de aire que es $m_{va} c_{pm} f (T_e - T_i)$ a la carga sensible Q_s , donde la c_{pm} es el valor medio del calor específico del aire húmedo teniendo con valor $1025 [\frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}]$ y m_{va} la fracción de aire seco del caudal másico de aire de ventilación. Además, la temperatura de rocío, es la temperatura a la cual empieza la condensación del vapor de agua cuando el aire se enfría.[10]

Por otra parte, la entalpía se obtiene bajo la expresión:

$$h = c_{pa} T + W (h_{fg0} + c_{pw} T) \quad (2.13)$$

siendo:

c_{pa} : Constante de calor específico del aire seco, $c_{pa} = 1,004 [\frac{\text{kJ}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}]$.

c_{pw} : Constante de calor específico del vapor de agua, $c_{pw} = 1,86 [\frac{\text{kJ}}{\text{kg}_w^{\circ}\text{C}}]$.

h_{fg0} : Constante de calor latente de vaporización del agua, $h_{fg0} = 2500,6 [\frac{\text{kJ}}{\text{kg}_w^{\circ}\text{C}}]$.

W: Humedad absoluta.

T: Temperatura centígrada.

La entalpía, es la variable con la que se determina la energía térmica de un flujo de aire y se expresa como esta señalado anteriormente en $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}_a}$, además la humedad absoluta, es la relación entre la masa de vapor contenida en el aire m_w , y la masa de aire seco m_a , expresada en $\frac{\text{kg}_w}{\text{kg}_a}$. [10]

2.5. Carga de calor

Es la cantidad de calor que debe retirarse del espacio por refrigerar, para reducir o mantener la temperatura deseada. En la mayoría de los casos, la carga de calor es la suma del calor que se fuga al espacio refrigerado a través de paredes, rendijas, ranuras, entre otros, más el calor que produce algún producto por refrigerar o motores eléctricos, alumbrado, personas, entre otros.[8]

2.6. Sistema de Distribución de Energía

Es un sistema compuesto por instalaciones que transportan energía eléctrica desde el alimentador principal hasta el sistema de distribución interior. [11]

2.6.1. Sistema de Energía de Emergencia o Respaldo de Energía

Una fuente de reserva independiente de la energía eléctrica que, en caso de fallo o interrupción de la fuente normal, proporciona automáticamente la energía eléctrica fiable en un plazo determinado para dispositivos críticos y equipos cuyo fracaso para operar satisfactoriamente pondría en peligro la salud y seguridad del personal o causar daños a la propiedad.[12]

El NEC da una definición ligeramente diferente para sistemas de emergencia que estos sistemas están diseñados para suministrar automáticamente la iluminación, el poder, o ambos, a las áreas designadas y los equipos en caso de fallo del

suministro normal o en caso de accidente para los elementos de un sistema destinado a suministrar, distribuir y controlar el poder y la iluminación esencial para la seguridad de la vida humana.[13]

2.6.2. Cargas críticas

Se dice que una carga es crítica cuando para su correcto funcionamiento necesita o bien ser alimentada por una onda de excelentes características eléctrica (buena estabilidad en tensión y frecuencia, ausencia de ruidos y microcortes, etc.), o bien tener una alta seguridad de suministro, o ambos requisitos.[14]

2.6.3. Cargas no críticas

Son aquellas cargas que son alimentadas con el sistema principal, más al presentarse una caída del sistema principal y activarse el sistema de emergencia estas cargas dejan de funcionar, ya que no son tomadas en cuenta en dicho respaldo, debido a que no son cargas que necesitan estar siempre en funcionamiento.

2.6.4. Batería

La batería se define como un dispositivo de almacenamiento de energía que convierte la energía almacenada en energía eléctrica por medio de una reacción química, la cual tiene asociada una capacidad que se define como la cantidad de corriente que la batería entregará por un número de horas dado a su voltaje normal y a una temperatura específica. Un banco de batería es la agrupación de unas ciertas cantidades de baterías en un tipo de arreglo de conexión.[15]

2.6.5. Inversor

La función principal de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua (DC) a un voltaje símetrico de salida de corriente alterna (AC), con la magnitud y frecuencia deseada. [16]

2.6.6. Motogenerador o generador de emergencia

Para las plantas de emergencia, dependiendo del tamaño, los generadores de corriente alterna (AC) se pueden construir monofásicos y trifásicos, accionados por motores de gasolina, motores diesel o turbina de gas.[17]

2.6.7. Tablero de distribución

Un tablero es básicamente un gabinete o panel, que contiene equipos electrónicos que nos sirven para proteger, medir y controlar componentes eléctricos de potencia en alta tensión, como lo son: líneas de transmisión, generadores de centrales o plantas eléctricas, transformadores de potencia, alimentadores de distribución, entre otras. [18]

2.6.8. Dispositivos protectores de sobrecarga

Se utilizan para proteger las líneas y los aparatos contra las corrientes excesivas, entre ellos se encuentran los interruptores térmicos e interruptores de potencia. [19]

2.7. Lenguaje de Programación

Un lenguaje de programación es cualquier lenguaje artificial, el cual, se utiliza para definir adecuadamente una secuencia de instrucciones que puedan ser interpretadas y ejecutadas en una computadora. Se asume que las instrucciones así escritas son traducidas luego a un código que la máquina pueda “comprender”. El proceso de traducción es realizado normalmente por la computadora, usando un programa especializado para tal fin.

2.8. Android

Android es un sistema operativo inicialmente pensado para teléfonos móviles, al igual que iOS, Symbian y Blackberry OS. Lo que lo hace diferente es que esta basado en Linux, un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma. [20]

2.8.1. Android Studio

Android Studio es un nuevo entorno de desarrollo integrado para el sistema operativo Android lanzado por Google, diseñado para ofrecer nuevas herramientas para el desarrollo de aplicaciones y alternativa al entorno Eclipse, hasta ahora el ambiente de desarrollo integrado (IDE) más utilizado. [21]

2.8.2. Java

Java es una tecnología que se usa para el desarrollo de aplicaciones que convierten a la Web en un elemento más interesante y útil. [22]

2.8.3. APK

APK es un paquete para el sistema operativo Android. Este formato es una variante del formato JAR de Java y se usa para distribuir e instalar componentes empaquetados para la plataforma Android, tanto smartphones como tablets. [23]

2.8.4. View

Esta clase representa el bloque de construcción básico para los componentes de la interfaz de usuario. Un *View* ocupa un área rectangular en la pantalla y es responsable de la elaboración y gestión de eventos. Es la clase base para los *widgets*,

que se utilizan para crear componentes de interfaz de usuario interactivos (botones , campos de texto , entre otros).[24]

2.8.5. Activity

Un *activity* es un componente de aplicación que proporciona una pantalla con la que los usuarios pueden interactuar. Casi todas las *activities* interactúan con el usuario, por lo que la clase *Activity* se encarga de crear una ventana en la que el desarrollador puede colocar la interfaz de usuario a través del comando `setContentView(View)`. Si bien las actividades se presentan a menudo al usuario como ventanas a pantalla completa, también pueden ser utilizados en otras formas: como ventanas emergentes (a través de un tema con el conjunto `windowIsFloating`) o incrustados en el interior de otra actividad (usando `ActivityGroup`).[24]

Capítulo III

Procedimientos de la investigación

Con el fin de desarrollar una herramienta computacional que genere el dimensionamiento de los equipos que conforman el sistema de refrigeración y respaldo de energía. Se realizaron todas las tareas que fueron llevando a la culminación de cada etapa del proyecto, y al final, a la obtención de la herramienta.

- En el inicio de la investigación (Etapa 1, sección 3.1), se llevó a cabo una búsqueda en bibliografías acerca de temas relacionados con refrigeración, respaldo de energía, lenguajes de programación y salas de telecomunicaciones.
- Posteriormente, en la Etapa 2 (sección 3.2), se realizó un estudio de los diferentes métodos para diseñar sistemas de refrigeración, la eficacia de los mismos y la facilidad de obtener la documentación, para así seleccionar el método, generar el algoritmo de cálculo que se usó en la herramienta y tomar las consideraciones necesarias para generar un diseño del sistema de refrigeración acorde a una sala de telecomunicaciones.
- En la Etapa 3 (sección 3.3), se generó el algoritmo de cálculo para realizar el diseño del sistema de respaldo de energía y se tomaron las consideraciones necesarias para realizar el mismo.

- En la Etapa 4 (sección 3.4), de acuerdo a la investigación realizada en la sección 3.1, se seleccionó el lenguaje de programación con el que se realizó la herramienta.
- Por último, en la Etapa 5 (sección 3.5), es donde se desarrolló la herramienta computacional, es decir, se programaron las diferentes interfaces, ecuaciones y menús que hacen posible el funcionamiento de la herramienta.

3.1. Etapa 1: Revisión teórica

Se realizó una búsqueda de material bibliográfico relacionado con la refrigeración de ambientes, el respaldo de energía, sistemas de distribución de energía, y salas de telecomunicaciones.

Gran parte de la información de las salas de telecomunicaciones vino dada por previas visitas a algunas de las salas de diferentes organizaciones y empresas en el país, tales como, Movistar, Digitel, ABAE, entre otras. El modelo de la sala a trabajar fue decidido en coordinación con el tutor, tomando en cuenta algunas opiniones de otros profesores que hacen labor en este tipo de salas y con ayuda de la tesis de grado “Ingeniería conceptual para el diseño de una sala de telecomunicaciones” presentada por Sánchez Elias en la USB, 2012; dicho modelo cumple con las siguientes especificaciones: [1]

- Las salas deben ser de estructura rectangular, es decir, cada pared debe tener las mismas dimensiones que su pared opuesta, y debe formar un angulo recto con sus paredes adyacentes.
- El equipo de refrigeración debe estar instalado fuera de la sala.
- El generador de emergencia se instala fuera de la sala.
- La salas deben ser herméticas, es decir, que no permitan la infiltración de aire exterior.

Por otro lado, la información acerca de refrigeración, en gran parte fue obtenida del libro “Manual de Aire Acondicionado”, de Carrier, y es de donde se obtuvo la mayor parte del método de refrigeración usado. Además del libro mencionado, también se buscó información en otros libros, antecedentes y papers relacionados con el tema que también usan el método seleccionado, o algún otro parecido, también proporcionado por la ASHRAE.[10]

En relación al respaldo de energía, se encontraron antecedentes, libros y algunos otros documentos que soportan el procedimiento realizado para el diseño de respaldo de energía. También se contó con la intervención de profesores que ayudaron a darle solución a los problemas que surgieron.

3.2. Etapa 2: Selección del método para el diseño del sistema de refrigeración

Entre los diferentes organismos que generan estándares y recomendaciones en el área de refrigeración y calefacción está la ASHRAE, la cual incluso genera métodos para el cálculo de la capacidad del equipo de calefacción/refrigeración. Uno de los métodos más recientes, fiables, y más usados, para el cálculo de la capacidad del equipo de refrigeración, es el Cooling Load Temperature Differential, Solar Cooling Load and Cooling Load Factors (CLTD/SCL/CLF), el cual se basa en una aproximación, asumiendo que el flujo de calor a través de cada cara de la estructura puede ser obtenido multiplicando la temperatura diferencial por valores tabulados de coeficientes de transmisión de calor en cada caso. Dicho método está especificado en el Capítulo II, y es el que se implementa en la herramienta computacional. A continuación se especificarán todas las consideraciones que se tomaron para adecuar el método a una sala de telecomunicaciones.[2][10]

■ **Cálculo de la carga térmica a través de paredes, techos y suelo:**

En este caso, la expresión que se utiliza para el cálculo de la carga se muestra a continuación:

$$Q = K A DTE \quad (3.1)$$

Donde:

- A: represen el área interna de la pared, suelo o techo, medida en [m²].
- K: representa el coeficiente global de transmisión a través de paredes, techo o suelo, medido en [$\frac{W}{m^2 \cdot C}$]. Este valor se obtiene de las tablas (**Tabla N°1, Tabla N°2, Tabla N°3 y Tabla N°4 del Anexo A**), seleccionando los materiales de construcción, el espesor, y el revestimiento. Los materiales programados en la herramienta, se muestran en la tabla 3.1:

Para las paredes:

Tabla 3.1: Materiales utilizados en la construcción de muros.

Constitución del muro	Constitución del paramento	Esp
Ladrillo macizo	Sin paramento	20
	Con paramento	30 40
Hormigón Vertido 2250 Kg/m3	Sin paramento	15
		20
		25
		30

Hormigón Vertido 1300 Kg/m ³	Sin paramento	15
		20
		25
		30
	Tipo 1*	10
Tipo 2**	15	
	20	
Hormigón Vertido 500 Kg/m ³	Sin paramento	15
		20
		25
		30
Hormigón de arena y grava	Tipo 1*	10
	Tipo 2**	15
		20
Aglomerado hueco de arena y gravilla	Sin paramento	20
		30
Aglomerado hueco ligero	Sin paramento	20
		30
Hormigón de arena y grava	Tipo 1*	10
	Tipo 2**	20
		30
Hormigón de ligero	Tipo 1*	10
	Tipo 2**	20
		30

Ladrillo hueco	Tipo 1*	10
	Tipo 2**	20 30
Ladrillo ordinario	Tipo 1*	10 20
	Tipo 2**	10 20

*Tipo 1: Ladrillo de paramento 10cm, adoquín 10cm o paneles prefabricados (hormigón o arena) de 10 o 15cm

**Tipo 2: Ladrillo ordinario 10cm, adoquín 20cm, paneles prefabricados (hormigón o arena) de 20 o 25cm, o aglomerado de arena 10cm

Para el revestimiento de paredes:

- Ninguno.
- Yeso.
- Enlucido de arena 15 mm.
- Enlucido ligero 15 mm.
- Entramado metálico sobre forro con enlucido de arena 20 mm.
- Entramado metálico sobre forro con enlucido ligero 20 mm.
- Yeso 10mm o entramado de madera sobre forro con enlucido de arena 12 mm.
- Yeso 10mm o entramado de madera sobre forro con enlucido ligero 12 mm.
- Panel aislante sin enlucido o con enlucido sobre forro 12 mm.
- Panel aislante sin enlucido o con enlucido sobre forro 25 mm.

Para el techo y el suelo, los materiales se expresan en la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Materiales usados en la construcción de techos/suelo.

Naturaleza del suelo	Pavimento de hormigón	Esp
Desnudo, linóleo 3mm o embaldosado	Enlucido de arena	5
		10
		15
		20
		25
	Enlucido ligero	5
		10
		15
Parquet sobre superficie de cemento	Enlucido de arena	5
		10
		15
		20
		25
	Enlucido ligero	5
		10
		15
Embaldosado o linóleo 3mm, sobre contra-placado, 16mm entre vigas	Enlucido de arena	5
		10
		15
		20
		25
	Enlucido ligero	5
		10
		15

Parquet de madera dura sobre tablillas de cubierta entre vigas	Enlucido de arena	5
		10
		15
		20
		25
	Enlucido ligero	5
		10
		15

Para el revestimiento del techo y suelo:

- Desnudo o enlucido de arena 12 mm, Sin forro.
- Sin forro, enlucido ligero 12 mm.
- Sin forro, con losas acústicas pegadas de 12 mm.
- Sin forro, con losas acústicas pegadas de 20 mm.
- Entramado metálico sobre forro con enlucido de arena 20 mm.
- Entramado metálico sobre forro con enlucido ligero 20 mm.
- Yeso 10 mm o entramado de madera sobre forro con enlucido de arena 12 mm.
- Yeso 10 mm o entramado de madera sobre forro con enlucido ligero 12 mm.
- Panel aislante desnudo o con enlucido de arena 12 mm, sobre forro 12 mm.
- Panel aislante desnudo o con enlucido de arena 12 mm, sobre forro 25 mm.
- Losas acústicas sobre forro o yeso 10 mm de 12 mm.
- Losas acústicas sobre forro o yeso 10 mm de 20 mm.

Estos valores fueron seleccionados tomando en cuenta los materiales mas comunes en construcciones venezolanas, y los datos proporcionados por la bibliografía, es decir, se omitieron valores de materiales que

no son comunes en el país, mientras que sí hacen falta materiales comunes, la aplicación puede recibir el valor directo de K asociado a ese material.

- DTE representa la temperatura diferencial equivalente, esto es, un valor diferencial de temperatura que equivale al efecto de la diferencia de la temperatura interior y exterior, sumándole el efecto de la radiación solar sobre el muro.

El valor de la DTE se obtiene a través de la **Tabla N°5** para paredes y **Tabla N°6** para techo en el **Anexo A**, ahora, los valores que arrojan estas tablas, no están adaptados a la zona donde se encuentra Venezuela ni al mes de estudio (La tabla esta basada en el mes de julio, latitud norte 40°, mientras que el cálculo se debe realizar para el mes de abril, 10° Latitud Norte), por lo cual es necesario realizar una corrección de los mismos.

La corrección se obtiene con la expresión:

$$DTE = a + DTE_{sol} + b \frac{R_s}{R_m} (DTE_{sol} - DTE_{som}) \quad (3.2)$$

El coeficiente **a**, se obtiene de la **Tabla N°7** del **Anexo A** donde cada fila representa la diferencia de temperatura ($T_e - T_i$), y las columnas representan la variación de temperatura total en un día, cuyo valor, según el INAMEH, es de aproximadamente 10°C en Venezuela. Se expresa en [°C].

Los DTE_{sol} y DTE_{som} son los valores de DTE obtenidos de la **Tabla N°5** y **Tabla N°6** sin correcciones, y son en la orientación deseada para el DTE_{sol} y en la orientación norte para DTE_{som} . Se expresa en [°C].

El coeficiente **b** depende del color externo de la pared, que para un color medio, toma un valor de 0,66. Es un valor adimensional.

Los valores R_s y R_m se definen como la máxima insolación a través de una superficie acristalada, se expresan en [$\frac{W}{m^2}$] y depende de la orientación del muro. R_s Considera el mes y ubicación de estudio, mientras que R_m considera el mes de Julio a una latitud norte de 40°. Estos valores son obtenidos de la **Tabla N°8** y **Tabla N°9** del **Anexo A**.

De este modo se obtiene el valor correcto de la DTE que se debe colocar en la expresión 3.1 para calcular la carga térmica correctamente.

■ **Cálculo de la carga térmica a través de tabiques de albañilería:**

Este cálculo se refiere a la carga térmica que se obtiene a través de particiones que limitan con otra área de edificación que no esta acondicionada. Se calcula mediante la expresión:

$$Q = \frac{2}{3} K A (T_e - T_i) \quad (3.3)$$

Donde, de igual forma que en el caso anterior, A , representa el área interna de la partición, medida en $[m^2]$, T_e y T_i , representan valores de temperatura externa y temperatura interna respectivamente en $[^\circ C]$, mientras que K , representa el coeficiente de transmisión de calor $[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}]$ que depende igualmente, de los materiales de constitución, del espesor del muro, y del revestimiento que puede tener en ninguna, una o dos caras. Los materiales considerados para obtener el coeficiente K (Tabla N°10 del Anexo A), en este caso fueron los especificados en la tabla 3.3.

Tabla 3.3: Materiales usados en la construcción de tabiques

Constitución del muro	Esp
Aglomerado hueco ligero	7,5
	10
	20
	30
Aglomerado hueco de arena y grava	20
	30
Ladrillo hueco	7,5
	10
	15
	20

Baldosas de yeso con alvéolos	7,5
	10

Y el revestimiento que puede estar en ninguna, una o dos caras:

- Ninguno.
- Revoque de Yeso.
- Enlucido de arena 15 mm.
- Enlucido ligero 15 mm.
- Entramado metálico sobre forro con enlucido de arena 20 mm.
- Entramado metálico sobre forro con enlucido ligero 20 mm.
- Yeso 12 mm o entramado de madera sobre forro con enlucido de arena 12 mm.
- Yeso 12 mm o entramado de madera sobre forro con enlucido ligero 12 mm.
- Panel aislante sin enlucido o con enlucido sobre forro 12 mm.
- Panel aislante sin enlucido o con enlucido sobre forro 25 mm.

En la expresión mostrada se observa el factor $((T_e - T_i))$ en vez de la DTE, esto es debido a que en particiones internas a una edificación, no se toma en cuenta el efecto de la radiación solar.

■ **Cálculo de la carga térmica a través de puertas y ventanas de vidrio por convección, conducción y radiación:**

En el caso de la carga térmica por conducción y convección a través de ventanas y puertas de vidrio se tiene la siguiente expresión:

$$Q = K A (T_e - T_i) \quad (3.4)$$

Donde los valores de A , T_e , T_i y K representan los mismos factores que en los pasos anteriores en unidades de $[m^2]$, $[^\circ C]$, $[^\circ C]$ y $[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}]$, respectivamente. Los valores del coeficiente de transmisión en este caso se obtienen de la **Tabla N°11 del Anexo A** y se tomaron en cuenta los materiales de la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Tipos de vidrios

Tipo de vidrio	Persiana
Vidrio sencillo ordinario	Sin/Con Persiana*
Vidrio sencillo 6mm	Sin/Con Persiana*
Vidrio absorbente 0,40 - 0,48	Sin/Con Persiana*
Vidrio absorbente 0,48 - 0,56	Sin/Con Persiana*
Vidrio absorbente 0,56 - 0,70	Sin/Con Persiana*
Vidrio doble ordinario	Sin/Con Persiana*
Vidrio doble 6mm	Sin/Con Persiana*
Vidrio de color ambar	Sin Persiana
Vidrio de color gris	Sin Persiana
Vidrio de color opalescente claro	Sin Persiana
Vidrio de color opalescente oscuro	Sin Persiana

*Las persianas que se consideran son las siguientes:
Persianas venecianas interiores, listones horizontales o verticales inclinados 45° o cortinas de tela:

Color claro.

Color medio.

Color oscuro.

Persianas venecianas exteriores, listones horizontales inclinados 45° :

Color claro.

Exterior claro, interior oscuro.

Persiana exterior, listones horizontales inclinados 17° :

Color medio.

Color oscuro.

Cortinas exterior de tela:

Color claro.

Color medio u oscuro.

Para el caso de radiación, se utiliza la expresión:

$$Q = Q_r A F_s F_a \quad (3.5)$$

Donde:

Q_r : Aportaciones solares a través de vidrio sencillo [$\frac{W}{m^2}$]. Valor que se obtiene de la **Tabla N°8** del **Anexo A** y depende de la orientación de la ventana, la posición geográfica (10° latitud norte para Venezuela), y la fecha y hora de diseño, de las cuales se tomó el mayor valor obtenido entre el 20 de abril a las 9:00 horas y el mismo día a las 15 horas, debido a que son estas horas donde se presenta la mayor radiación solar, y en esta fecha también es la temporada donde intensifica radiación solar.

A : Área de puerta(s) o ventana(s) [m^2].

F_s : Factor de sombreado. Valor obtenido de la **Tabla N°11** (**Anexo A**) y depende del tipo de vidrio y de los elementos de sombra que posea.

F_a : Factor de almacenamiento para el vidrio con o sin sombra, que se obtiene de la **Tabla N°12** y **Tabla N°13** del **Anexo A** y depende de la orientación, la hora de diseño y el peso de la edificación.

■ **Calor debido a personas:**

Para obtener el calor debido a personas se utilizó la siguiente expresión:

$$Q = G N^{\circ}_{de\ personas} \quad (3.6)$$

siendo:

G : Ganancia debidas a los ocupantes, este valor se obtiene de la **Tabla N°14** del **Anexo A** y depende del tipo de trabajo que se este realizando en la sala, y del metabolismo del ser humano. Para generalizar, el metabolismo tomado

es el de un hombre adulto, que es el metabolismo que genera más calor. En el caso de la ocupación, tomando en cuenta las opiniones y observaciones del personal que trabaja en estas áreas, solo en ocasiones, es que se vuelve un trabajo pesado, al traer equipos nuevos, por ejemplo, pero la mayoría del tiempo, la sala o carece de personal, o los mismos realizan un trabajo bastante ligero, en torno a esto se tomó la decisión de seleccionar de la tabla un valor acertado a las condiciones comunes de una sala de telecomunicaciones.

■ **Cálculo de cargas térmicas por equipos eléctricos:**

Para obtener el calor debido a los equipos eléctricos, se toma en cuenta tanto los equipos eléctricos como la iluminación presente en la sala de telecomunicaciones, bajo la siguiente expresión:

$$Q = 0,9 \text{ Vatios}(\text{totales}) \quad (3.7)$$

Cabe destacar que la potencia que se toma en esta expresión es la suma de todos los equipos DC o AC a 110V o 220V, calculando la potencia en cada caso como es debido, y luego sumando el valor absoluto de la potencia de los equipos en cada caso.

■ **Cálculo de cargas térmicas debido a infiltración:**

El cálculo de cargas térmicas debido a infiltración está especificado en el capítulo 2, más, las salas de telecomunicaciones, deben estar herméticamente cerrada, por lo tanto se desprecia el cálculo de infiltración.

■ **Obtener la Capacidad total del equipo:**

Para este paso, es necesario realizar algunos cálculos psicrométricos que se explican a continuación:

- El primer cálculo que se debe realizar es el de la carga sensible efectiva, Q_{se} que se obtiene con la expresión:

$$Q_{se} = Q_s + m_{va} C_{pm} f (T_e - T_i) \quad (3.8)$$

Q_s representa la carga sensible total obtenida de la suma de todas las cargas térmicas anteriormente calculadas. m_{va} es la fracción de aire seco del caudal másico de aire de ventilación, que se calcula mediante la expresión $m_{va} = \frac{1,2 V_{vent}}{3600}$, (V_{vent} : Caudal de ventilación, obtenido de la tabla tal). C_{pm} es el valor medio del calor específico del aire húmedo teniendo un valor de $1025[\frac{J}{kg^{\circ}C}]$. Mientras que T_e y T_i representan la temperatura exterior y la temperatura interior respectivamente en $[^{\circ}C]$.

- El siguiente paso es obtener el caudal de aire de suministro, que se expresa en $[\frac{m^3}{h}]$ y se obtiene a través de la expresión:

$$V = \frac{Q_{se}}{0,34 (1 - f) (T_i - T_r)} \quad (3.9)$$

Siendo f , el factor de by-pass, y T_r la temperatura de rocío.

- Para terminar, se calcula la capacidad del equipo de refrigeración mediante la expresión:

$$Nr = 0,33 V (h_i - h_s) \quad (3.10)$$

Siendo h_i y h_s , la entalpía de entrada y salida en la unidad de tratamiento de aire respectivamente, ambas expresadas en $[\frac{kJ}{kg_a}]$.

Ahora bien, La entalpía depende de la temperatura y la humedad, y se puede calcular mediante la expresión:

$$h = C_{pa} t + W (h_{fg0} + C_{pw} T) \quad (3.11)$$

Con C_{pa} , h_{fg0} y C_{pw} , constantes de la termodinámica con valores $1,004 \frac{kJ}{kg^{\circ}C}$, $2500,6 \frac{kJ}{kg_w}$ y $1,86 \frac{kJ}{kg^{\circ}C}$, respectivamente. T y W , representan la temperatura y humedad absoluta del ambiente donde se calcula la entalpía.

La humedad absoluta se puede obtener mediante la expresión:

$$W = 0,622 \frac{\frac{\Phi}{100} P_{ws}(T)}{P - \frac{\Phi}{100} P_{ws}(T)} \quad (3.12)$$

Donde ϕ representa la humedad relativa en %, P representa la presión del aire, que para el aire del ambiente, toma un valor de 101,325 KPa, y $P_{ws}(t)$ la presión de vapor saturante, que varía con la temperatura siguiendo la siguiente función.[25]

$$P_{ws}(T) = e^{(1,2378847 \cdot 10^{-5} T^2 - 1,9121316 \cdot 10^{-2} T + 33,93711047 - \frac{6343,1645}{T})} \quad [\text{Pa}] \quad (3.13)$$

En todo el proceso, al buscar los valores en una tabla, se debe interpolar si es necesario hacerlo y de este modo obtener mayor precisión.

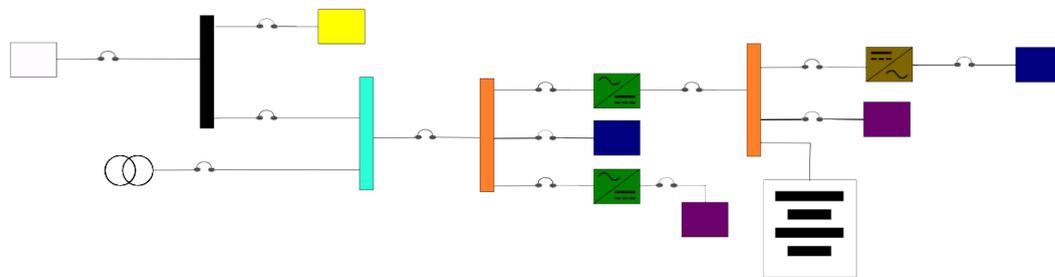
3.3. Etapa 3: Definición del método de respaldo de energía

Para comenzar con esta etapa, se realizaron investigaciones con respecto al sistema de distribución, con la finalidad de seleccionar el mas conveniente, sencillo y eficaz, para llevar a cabo el sistema de respaldo de energía. Después de seleccionar el sistema de distribución de energía de la figura 3.1, se definieron las cargas críticas de corriente alterna (AC) y corriente continua (DC) que se van a respaldar ya sea con el banco de baterías o el motogenerador y además las cargas no críticas, por lo que está etapa se dividió en dos partes, la carga que sera respaldada por el banco de baterías y además la que se respaldara con el motogenerador.[26]

Se realizaron los siguientes pasos:

Datos en común:

1. Se obtuvo la potencia total que generan las cargas críticas de DC y de AC en la sala de telecomunicaciones (valor que introduce el usuario).
2. Se obtuvo la potencia total de las cargas no críticas (valor que introduce el usuario).



(a) Diagrama

-  Red eléctrica nacional pública
-  Carga no crítica
-  Carga crítica de respaldo AC
-  Carga crítica de respaldo DC
-  Rectificadores
-  Inversores
-  ATS (Tablero de transferencia y control)
-  Tablero de respaldo
-  Generador de emergencia
-  Banco de batería

(b) Leyenda

Figura 3.1: Diagrama unifilar.

3. Se utilizó un valor predeterminado de 8 horas, en el cual, el banco de baterías estará en funcionamiento para respaldar las cargas.

Primera parte: Banco de batería

4. Primeramente, por medio de la expresión de la potencia eléctrica ($P = VI$) se despeja la corriente eléctrica como $I = \frac{P}{V}$ que posteriormente se obtiene su valor bajo las condiciones de voltaje para las cargas DC de 48V y para las cargas AC de 110V, la cual se multiplicará por las horas de funcionamiento para obtener la carga eléctrica que pasa por las baterías expresada en [Ah]. También, se toman en cuenta los inversores y rectificadores (figura 3.1), para este cálculo del banco de batería ya que ellos aportan mas cargas.

5. Se tomo como estándar utilizar baterías de 12V, por lo que se colocan 4 baterías en serie para generar los 48V, mas se especifica el arreglo que presenta el banco de batería dependiendo de la carga total.

Segunda parte: Generador de emergencia o motor-generator

6. Primeramente, se estima la carga que genera el equipo de refrigeración que esté implementado en la sala[27]. A está carga se le suma la carga del banco de batería y la carga DC que se encuentra conectada al tablero de respaldo como se observa en la figura 3.1. En esta segunda parte también se toman en cuenta los rectificadores e inversores ya que aportan una carga extra.

Es necesario resaltar, que se tomo un 30 % de las cargas presentes para respaldar cargas extras, además para los rectificadores e inversores se utilizó una eficiencia de 90 % . Por otra parte, también se específico una opción para el usuario en la cual dichos valores comunes que se utilizaron puedan ser modificado por el mismo y realizar las dos partes mencionadas anteriormente como lo desee.

3.4. Etapa 4: Selección del lenguaje de programación

Según las bibliografías estudiadas, los requerimientos de la herramienta computacional no limitan el uso de la mayoría de las plataformas de programación, en otras palabras, el software no requiere algún tratamiento específico que obligue a seleccionar entre un grupo selecto de plataformas para programar. Dicho esto, la elección del lenguaje de programación a utilizar, se vuelve independiente de los requerimientos presentados por la herramienta, y se involucran otros factores, como costos, facilidad de uso, usuarios destinos (Targets), entre otros.

Entre las prestaciones que tienen las distintas plataformas, esta la capacidad multi-plataforma de JAVA, que se puede ejecutar en la mayoría de los sistemas operativos; la programación web, por ejemplo PHP, con la cual, la herramienta estaría disponible desde cualquier dispositivo que cuente con un navegador web y conexión a internet, pero requiere de un servidor activo donde se aloje la herramienta.

Ahora bien, los usuarios destino de esta aplicación son los ingenieros venezolanos involucrados en el área de telecomunicaciones y/o refrigeración y respaldo de energía, la mayoría de estos usuarios cuenta con al menos un dispositivo moderno de la gama de tecnología de dispositivos inteligentes, y a su vez, la mayoría de estos dispositivos trabaja sobre el sistema operativo Android, esto hace que la plataforma Android sea una opción tentativa a la hora de elegir el lenguaje de programación a trabajar. Así, teniendo en cuenta que los dispositivos Android son portátiles, altamente compatible con otros sistemas, y que además de ser un software libre, cumple con todos los requerimientos exigidos por la herramienta computacional, se decidió trabajar con la plataforma Android para el diseño de la aplicación.

3.5. Etapa 5: Desarrollo de la herramienta computacional

Al inicio de esta etapa se realizó una investigación de los entornos de desarrollo existentes, en los que se puede realizar la herramienta computacional. Entre los más comunes se encontraron:

Eclipse: que es una comunidad de personas y organizaciones que deseen colaborar en el comercio de usar software de código abierto. Sus proyectos se centran en la construcción de una plataforma de desarrollo abierta formada por marcos extensibles, herramientas y tiempos de ejecución para la construcción, despliegue y gestión de software de todo el ciclo de vida.

Android Studio: que como se definió anteriormente es un nuevo entorno de desarrollo integrado para el sistema operativo Android lanzado por Google, diseñado para ofrecer nuevas herramientas para el desarrollo de aplicaciones y alternativa al entorno Eclipse, hasta ahora es el ambiente de desarrollo integrado (IDE) más utilizado.

De estos dos entornos de desarrollo se seleccionó **Android Studio** ya que fue como se mencionó anteriormente el lanzado por Google específicamente para elaborar aplicaciones en Android.

Posteriormente, se descargó e instaló el entorno de desarrollo (Android Studio), luego se descargaron todas las herramientas y paquetes necesarios para lo que fue el desarrollo de la herramienta computacional. Al empezar a realizar la herramienta computacional se creó un proyecto nuevo (new project), utilizando como mínima versión de Android, "Ice cream sandwich 4.0" y apuntando a la versión actual "Lollipop 5.1.1", al culminar con los pasos requerido se comenzó a diseñar la interfaz de usuario para el sistema de refrigeración y respaldo de energía.

Al comenzar con el diseño de la interfaz, el entorno de desarrollo nos arroja dos códigos de programación, los cuales son, un código que tiene extensión ".xml" donde se realizó la interfaz gráfica y otro código que tiene extensión ".java" donde se realizó la programación de esta interfaz gráfica. Este diseño se dividió en tres opciones para el usuario, la primera "el cálculo general", es decir, contiene tanto la parte del cálculo del sistema de refrigeración como el de respaldo de energía, la segunda "el cálculo de refrigeración" y la tercera "el cálculo de respaldo de energía".

1. Diseño de interfaz para el sistema de refrigeración

Como se mostró anteriormente, el método de refrigeración consta de diversos cálculos previos para poder obtener el dimensionamiento del equipo que se utilizará en la sala de telecomunicaciones, por lo tanto se generaron los códigos de programación por cada cálculo de carga térmica. Se describirá detalladamente un solo diseño de interfaz gráfica debido a que todos se realizaron bajo el mismo criterio solo que adecuándolo a las necesidades del método, más es necesario resaltar que las demás interfaz gráficas se indicaran posteriormente.

Diseño del cálculo de transmisión de calor a través de paredes.

Los *Views* (vistas) a utilizar son los siguientes:

- Un *TextView* 3.2, en el cual se colocó el título del cálculo de manera abreviada, más se le adicionó un evento de *Click*, el cual dispone de un *Toast* (mensaje que se muestra en la pantalla) con el título completo del cálculo.

El código XML realizado para este *TextView* es el siguiente:

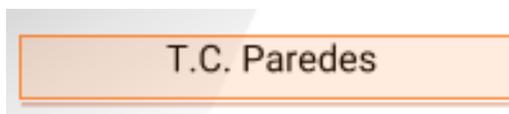


Figura 3.2: TextView.

```
<TextView
android:text="@string/Nombre_del_text"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:textSize="Tamaño_de_letra"
android:gravity="Ubicacion_del_titulo"
android:textColor="Color_del_texto"
android:id="@+id/Nombre_id"/>
```

El *escucha (Listener)* del evento *Click* se asigna mediante el código:

```
Nombre_del_textview.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
public void onClick(View arg0) {
Toast toast1 =
Toast.makeText(getApplicationContext(),
"Transmisi\u00f3n de calor a trav\u00e9s de paredes", Toast.LENGTH_LONG);
toast1.show();}}
```

- Un *TextView*, que le indica al usuario que debe seleccionar una de las dos opciones que se le muestran en los *RadioButton* que se mencionaran en el siguiente punto.
- Dos *RadioButton*, en el primer *RadioButton* se indica como **Típico(por tablas)** donde el usuario tendrá la opción de realizar este cálculo por medio de tablas como se indica en el nombre, el segundo *RadioButton* indica **Avanzado** que es la opción donde el usuario puede introducir los valores necesarios para realizar el cálculo. Predeterminadamente esta seleccionado el primer *RadioButton*.(Figura 3.3)

Seleccione un método de cálculo:

Típico (por tablas)

Avanzado

Figura 3.3: TextView y RadioButtons.

El código XML del *RadioButton* es el siguiente:

```
<RadioButton
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:text="@string/Nombre_del_button"
android:id="@+id/Nombre_id"
android:checked="Si_esta_activo_o_no"
android:textColor="Color_del_texto"
android:textSize="Tamaño_de_letra"/>
```

El código JAVA que se utilizó para la programación fue el siguiente:

```
View.OnClickListener selecciona = new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View view) {
        switch (view.getId()) {
            case R.id.Nombre_del_RadioButton1:
                Layout_elementosdel1.setVisibility(View.VISIBLE);
                Layout_elementosdel2.setVisibility(View.GONE);
                break;
            case R.id.Nombre_del_RadioButton2:
                Layout_elementosdel1.setVisibility(View.GONE);
                Layout_elementosdel2.setVisibility(View.VISIBLE);
                break;}}};
Nombre_del_RadioButton1.setOnClickListener(selecciona);
Nombre_del_RadioButton2.setOnClickListener(selecciona);
```

Como esta seleccionado el primer *RadioButton* predeterminadamente se muestra lo siguiente:

- Un *TextView*, que indica “*Seleccione el método de construcción*”.
- Un *Spinner*, que es una lista de items; le permite al usuario elegir entre las dos opciones que son “*Muros de mampostería*” o “*Muros de albañilería con paramento*”.

Estos *Views* se representan en la figura 3.4.

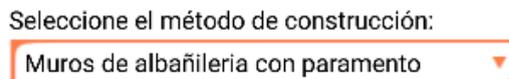


Figura 3.4: TextView y Spinner 1.

EL código XML del *Spinner* es el siguiente:

```
<Spinner
android:id="@+id/Nombre_id"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:background="Dibujo_personalizado"
/>
```

EL cual, su código JAVA es:

```
Nombre_del_adapter= ArrayAdapter.createFromResource(Activity.this,
R.array.ARRAY_ITEMS, R.layout.LAYOUT_PERSONALIZADO);
Nombre_del_adapter.setDropDownViewResource(android.R.
layout.simple_spinner_dropdown_item);
Nombre_del_spinner.setAdapter(Nombre_del_adapter);
```

Si el usuario selecciona la primera opción, se mostrara lo siguiente:

- Un *TextView*, que indica “*Seleccione el tipo de construcción*”.
- Un *Spinner*, que contiene los diferentes tipos de construcción de las paredes mencionado en la tabla 3.1.

Estos *Views* se representan en la figura 3.5.

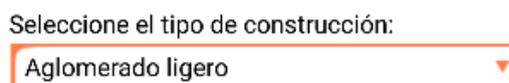


Figura 3.5: TextView y Spinner 2.

Los códigos XML y JAVA de estos *Views* son análogos a los antes mencionados.

- Un *TextView*, que indica “*Seleccione el espesor*”.

- Un *Spinner*, que contiene las diferentes medidas de espesor mencionadas en la tabla 3.1.

Estos *Views* se representan en la figura 3.6.

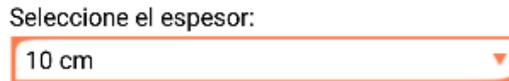


Figura 3.6: TextView y Spinner 3.

Los códigos XML y JAVA de estos *Views* son análogos a los antes mencionados.

- Un *TextView*, que indica “*Seleccione el revestimiento interior*”.
- Un *Spinner*, que contiene los diferentes revestimientos de la pared los cuales se describieron en la Etapa 2, sección 3.2.

Estos *Views* se representan en la figura 3.7.



Figura 3.7: TextView y Spinner 4.

Los códigos XML y JAVA de estos *Views* son análogos a los antes mencionados.

Si el usuario decide seleccionar “*Muros de albañilería con paramento*” entonces se mantienen las opciones antes mostradas y se le adicionó un *TextView* y un *Spinner*, figura 3.8.

- Un *TextView*, que indica “*Seleccione construcción del paramento*”.
- Un *Spinner*, que contiene las opciones de construcción expresada detalladamente en la tabla 3.1.

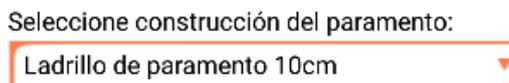


Figura 3.8: TextView y Spinner 5.

Los códigos XML y JAVA de estos *Views* son análogos a los antes mencionados.

Por el contrario, si el usuario selecciona el segundo *RadioButton* se muestra lo siguiente:

- Un *TextView*, que indica “Introduzca el peso de la pared”.
- Un *EditText*, este muestra un **hint** (mensaje) con el mismo nombre del *TextView* para señalarle al usuario que en esta caja de texto debe introducir el valor.

Estos *Views* se representan en la figura 3.9.

Introduzca el peso de la pared:
Introduzca el peso de la pared:

Figura 3.9: *TextView* y *EditText*.

El código XML del *EditText* es:

```
<EditText
  android:id="@+id/Edit_Punto_rocio"
  android:layout_width="match_parent"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:hint="@string/Punto_rocio"
  android:inputType="numberDecimal"
  android:textColorHint="#ffb3b3b3"
  android:textColor="@android:color/white"
/>
```

- Un *TextView*, que indica “Introduzca el coeficiente global de transmisión”
- Un *EditText*, este muestra un **hint** (mensaje) con el mismo nombre del *TextView* para señalarle al usuario que en esta caja de texto debe introducir el valor.

Estos *Views* se representan en la figura 3.10.

**Introduzca el coeficiente global de
transmisión:**
Introduzca el coeficiente global de transmisión:

Figura 3.10: *TextView* y *EditText* 2.

El código XML de estos *View* son análogos a los antes mencionados.

Para culminar con este código de programación, se agregaron dos botones (figura 3.11) que indican *Ayuda* o *Siguiente*, donde al pulsar siguiente traslada al usuario a la próxima ventana, más si pulsa *Ayuda* se mostrará una ventana llamada "Dialog" que presenta todo lo necesario para que el usuario implemente la herramienta computacional sin problemas.

AYUDA SIGUIENTE

Figura 3.11: Botones.

El código XML del *Button* es el siguiente:

```
<Button
android:id="@+id/Ayuda1"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:text="@string/Ayuda"
/>
```

2. Diseño de interfaz para el sistema de respaldo de energía

Manteniendo el mismo criterio de la parte de refrigeración, el diseño del sistema de respaldo de energía se divide en dos partes que son las cargas del banco de batería y las cargas del motogenerador o generador de emergencia, por lo que se explicara detalladamente la ventana donde se obtienen los valores para generar el cálculo del sistema de respaldo por medio del banco de batería, ya que las otras ventanas se diseñaron bajo el mismo criterio, es necesario resaltar que para el diseño de la interfaz gráfica de las cargas respaldadas por el motor-generador o generador de emergencia contiene exactamente los mismos *Views* que la del banco de baterías.

Para este diseño se utilizaron los siguiente *Views* (vistas):

- Un *TextView* (figura 3.12), en el cual se colocó el título del cálculo de manera abreviada, más se le adicióno un evento de *Click*, el cual dispone de un *Toast* (mensaje que se muestra en la pantalla) con el título completo del cálculo.

Cargas del banco de baterías

Figura 3.12: TextView 2.

El código XML de este *View* es análogo al mencionado anteriormente.

- Un *TextView*, que indica *Introduzca las cargas críticas*
- Se colocaron cuatro *TextView* que indican el nombre del equipo, la cantidad de equipos, la potencia que consumen los equipos y si es AC o DC, esto para indicarle al usuario las variables que debe ingresar mediante los tres *EditText* y el *Spinner* mostrado en la figura 3.13

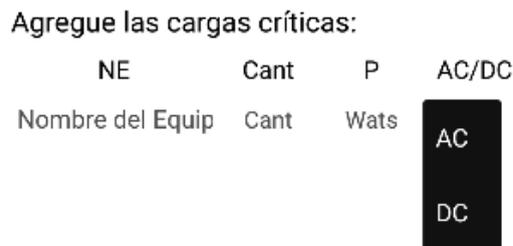


Figura 3.13: TextView, EditText y Spinner.

El código XML de estos *Views* son análogos al mencionado anteriormente.

- Dos *Button* (figura 3.14), los cuales son *Eliminar el anterior* o *Agregar*. Al pulsar el **Button** *Agregar* se adicionan cuatro *EditText* que le permiten al usuario ingresar los datos requeridos que se mencionaron en los cuatro *TextView* anteriores. Al pulsar el **Button** *Eliminar el anterior*, borra el último registro ingresado por el usuario.

ELIMINAR EL ÚLTIMO AGREGAR

Figura 3.14: Botones 2.

Para culminar con este código de programación, se agregaron dos botones (figura 3.15) que indican *Ayuda* o *Siguiente*, donde al pulsar siguiente

traslada al usuario a la próxima ventana, más si pulsa Ayuda se muestra una ventana llamada "Dialog" que presenta todo lo necesario para que el usuario implemente la herramienta computacional sin problemas.



Figura 3.15: Botones 3.

El código XML de estos *View* son análogos a los mencionados anteriormente.

Todos los *View* fueron colocados en un tipo de Layout llamado *LinearLayout*, el cual tiene como función apilar uno tras otro todos los elementos hijos (*View*) en sentido horizontal o vertical según se establezca su propiedad de orientación.

Por otra parte, las demás interfaces se realizaron bajo el mismo criterio. Los códigos totales de ellas se pueden encontrar en los Apéndice [A](#) y [B](#).

Capítulo IV

Análisis, interpretación y presentación de los resultados

Luego de la realización de todas las tareas necesarias para el cumplimiento de los objetivos planteados, el resultado obtenido es la aplicación Android capaz de guiar al usuario para realizar el diseño de refrigeración y respaldo de energía en una sala de telecomunicaciones.

4.1. La Herramienta Computacional

El software obtenido es una aplicación Android, llamada RefriRes, específicamente diseñada para Android 5.0 “Lollipop”, con compatibilidad hasta Android 4.0 “Ice Cream Sandwich”. Los requerimientos de hardware de la aplicación son bastante bajos en comparación a las aplicaciones modernas, por lo cual, la misma puede ser instalada en la mayoría de los dispositivos Androids, teniendo en cuenta la mínima versión del sistema Android, esto es, según Google, poco más del 90 % de todos los dispositivos Androids activos.

Como se logra observar en la figura 4.1, la aplicación se encarga de tomar los datos de la edificación, de las variables psicrométricas, de la constitución de los muros,

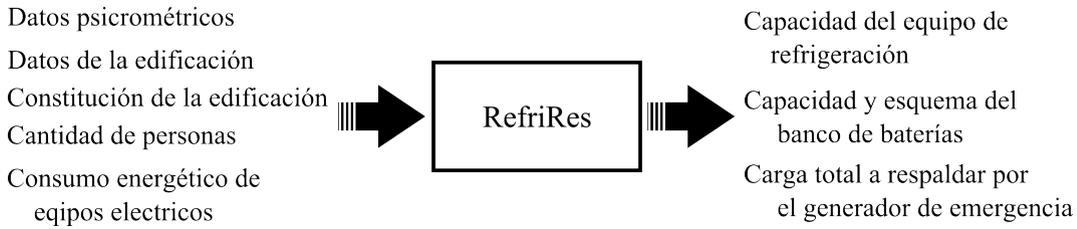


Figura 4.1: Diagrama de bloque de la aplicación.

el techo, suelo, ventanas y puertas, la cantidad de personas, y la carga consumida por equipos eléctricos, y mediante la aplicación de los métodos correspondientes, obtener el dimensionamiento del equipo de refrigeración requerido por la sala, además de la carga y esquema del banco de baterías y la carga total a respaldar por el generador de emergencia.

Para realizar una descripción de la herramienta obtenida, es necesario describir cada una de las *activities* que la conforman:

4.1.1. Principal

Es la ventana principal de la aplicación (figura 4.2), se muestra al inicio y como se puede ver, esta conformada por el título de la aplicación en la parte superior, tres botones principales en el cuerpo del *activity* y dos más en forma de botones de barra (BarButton) en la parte inferior.

Con los tres botones principales se logra acceder a las tres distintas modalidades de cálculo, las cuales son:

- General: Se refiere a la unión del diseño de los sistemas de refrigeración y respaldo de energía, es el cálculo completo, por ello toma el nombre de “General”
- Refrigeración: Comprende solo el cálculo del sistema de refrigeración, por esto, en esta modalidad solo se pueden acceder a las *activities* relacionadas con dicho calculo.

RefriRes

Seleccione una opción:

CÁLCULO GENERAL

CÁLCULO DE REFRIGERACIÓN

**CÁLCULO DE RESPALDO DE
ENERGÍA**

AYUDA

ACERCA DE

Figura 4.2: Principal.

- Respaldo de energía: Comprende solo el cálculo del sistema de respaldo de energía, por esto, en esta modalidad solo se pueden acceder a las *activities* relacionadas con dicho calculo.

Por otro lado, los dos últimos botones sirven para acceder a la ayuda (Botón **Ayuda**) y para obtener información de la aplicación (**Acerca de**).

4.1.2. Acerca de

Esta ventana (figura 4.3) muestra la información básica de la aplicación, tal como los creadores, la versión, el logo, y el mínimo sdk (mínima versión de android) necesario para compilar la aplicación.



Figura 4.3: Acerca De.

4.1.3. Datos iniciales para el sistema de refrigeración:

Este *activity* (figura 4.4) forma parte de los *activities* del cálculo del sistema de refrigeración, y se accede a ella tanto en la modalidad **General**, como en **Refrigeración**. La misma consta de una serie de *TextViews* y *EditTexts* que se encargan de solicitar los datos psicrométricos del ambiente.

Algunos de estos datos, como lo son la temperatura seca exterior e interior se necesitan a lo largo de todo el proceso de obtención de cargas térmicas, mientras que otros de ellos son utilizados en el paso final del método de refrigeración para obtener la capacidad total del equipo.

En la parte inferior, se encuentran dos botones que son comunes en la mayoría de las ventanas o *activities*. El primero es el botón **Ayuda**, el cual, muestra una ayuda

Datos Iniciales

Introduzca la temperatura de rocío:
Introduzca la temperatura de rocío:

Interior:
Temperatura de bulbo seco: (°C)
Temperatura de bulbo seco: (°C)
Humedad relativa: (%)
Humedad relativa: (%)

Exterior:
Temperatura de bulbo seco: (°C)
Temperatura de bulbo seco: (°C)
Humedad relativa: (%)
Humedad relativa: (%)

AYUDA **SIGUIENTE**

Figura 4.4: Datos Iniciales.

referente al *activity* donde se encuentra. El Segundo es el botón **Siguiente**, que se encarga de realizar la validación de datos, recopilación de información, y/o los cálculos, según lo requiera el *activity*, para luego pasar al siguiente paso (Siguiente *activity*).

4.1.4. Datos de la edificación

Este *activity* pertenece al grupo de refrigeración, y en ella se solicitan al usuario los datos referentes a dimensiones, orientación, sombra, y condiciones del espacio con el cual limita cada pared de la sala.

Se divide en 5 partes, como se observa en la figura 4.5, en la primera, se toman las dimensiones generales de la sala (largo, ancho y alto) mediante el uso de

Datos de la Edificación

Datos generales:

Altura de las paredes: (m)
 Altura de las paredes: (m)

Ancho de la sala: (m)
 Ancho de la sala: (m)

Largo de la sala: (m)
 Largo de la sala: (m)

Pared 1:

Ancho de la pared: (m)
 Ancho de la pared: (m)

Área de la(s) ventana(s): (m²)
 Área de la(s) ventana(s): (m²)

Área de la(s) puerta(s): (m²)

AYUDA SIGUIENTE

(a)

Datos de la Edificación

Pared 2:

Ancho de la pared: (m)
 Ancho de la pared: (m)

Área de la(s) ventana(s): (m²)
 Área de la(s) ventana(s): (m²)

Área de la(s) puerta(s): (m²)
 Área de la(s) puerta(s): (m²)

Seleccione la orientación de la pared:
 Este

Es tabique Adyacente acondicionado
 Está en sombra

Pared 3:

Ancho de la pared: (m)
 Ancho de la pared: (m)

Área de la(s) ventana(s): (m²)

AYUDA SIGUIENTE

(b)

Figura 4.5: Datos de la edificación.

EditTexts numéricos. En las siguientes 4 partes, se toman los datos de cada pared, los cuales comprenden: Ancho, área de ventanas (si dicha área es mayor a cero, especificar si la ventana cuenta con elementos de sombra externos), área de puertas, orientación, si es un tabique, si limita con un espacio acondicionado, o si está permanentemente cubierta por una sombra.

Al igual que en el *activity* anterior, este *activity* también cuenta con los botones de ayuda y siguientes que mantienen la misma funcionalidad antes descrita.

4.1.5. Carga térmica a través de paredes

Pertenece a los *activities* del cálculo del sistema de refrigeración, y como su nombre lo indica se encarga de calcular la carga térmica tanto por conducción como por la radiación que incide en las paredes.

En la parte de arriba se encuentra el nombre resumido en un *TextView*, el cual, al hacer click sobre él, aparece el nombre completo en un *Toast*. Bajando un poco mas por la pantalla, se encuentran unos *RadioButtons* que permiten elegir entre dos

T.C. Paredes	T.C. Paredes
Seleccione un método de cálculo: <input checked="" type="radio"/> Típico (por tablas) <input type="radio"/> Avanzado	Seleccione un método de cálculo: <input type="radio"/> Típico (por tablas) <input checked="" type="radio"/> Avanzado
Seleccione el método de construcción: <input type="text" value="Muros de mampostería"/>	Introduzca el peso de la pared: <input type="text" value=""/>
Seleccione el tipo de construcción: <input type="text" value="Ladrillo macizo paramento y ordinario"/>	Introduzca el coeficiente global de transmisión: <input type="text" value=""/>
Seleccione el espesor: <input type="text" value="20 cm"/>	Introduzca el coeficiente global de transmisión: <input type="text" value=""/>
Seleccione el revestimiento interior: <input type="text" value="Ninguno"/>	
<input type="button" value="AYUDA"/> <input type="button" value="SIGUIENTE"/>	<input type="button" value="AYUDA"/> <input type="button" value="SIGUIENTE"/>
(a) Típico	(b) Avanzado

Figura 4.6: Carga térmica a través de paredes.

formas de introducir los datos, de la manera **Típica** (parte **(a)** de la figura 4.6), se deben seleccionar mediante una serie de *Spinners* los materiales, espesores y revestimientos usados en los muros, para obtener mediante las **Tablas N°1 y N°2 del Anexo A**, los valores que se necesitan de **K** [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$] y la **densidad** del muro [$\frac{Kg}{m^3}$], mientras que de forma **Avanzada** (parte **(b)** de la figura 4.6), dichos valores de **K** y la **densidad** son introducidos directamente por el usuario mediante unos *EditText*.

En la parte inferior se tienen los botones comunes de **Ayuda** y **Siguiente** los cuales cumplen las mismas funciones que en *activities* anteriores.

Cabe destacar que el calculo se realiza tomando en cuenta todas las consideraciones descritas en el capítulo 3.

4.1.6. Carga térmica a través del techo

Pertenece a los *activities* del cálculo del sistema de refrigeración, y como su nombre lo indica se encarga de calcular la carga térmica tanto por conducción como por la radiación que incide sobre el techo.

T.C. Techo

Seleccione un método de cálculo:

Típico (por tablas)

Avanzado

Seleccione la naturaleza del suelo:

Seleccione el pavimento de hormigón:

Seleccione la construcción del techo:

Seleccione el espesor:

Está en sombra

AYUDA SIGUIENTE

(a) Típico

T.C. Techo

Seleccione un método de cálculo:

Típico (por tablas)

Avanzado

Introduzca el peso del techo:

Introduzca el coeficiente global de transmisión:

Introduzca el coeficiente global de transmisión:

AYUDA SIGUIENTE

(b) Avanzado

Figura 4.7: Carga térmico a través del techo.

Al igual que en el *activity* anterior, se presenta el título del *activity* de manera resumida y al hacer click sobre él, aparece completo en el *Toast*. Luego, también se consiguen los *RadioButtons* que permiten elegir entre las dos formas de introducir los datos antes mencionadas. Dependiendo del *RadioButton* seleccionado, se deben seleccionar mediante una serie de *Spinners* los materiales, espesores y revestimientos usados para el techo (parte (a) de la figura 4.7), y así obtener los valores de **K** y la **densidad**, o introducir directamente dichos valores (parte (b) de la figura 4.6).

En la parte inferior se tienen los botones comunes de **Ayuda** y **Siguiente** los cuales cumplen las mismas funciones que en *activities* anteriores.

4.1.7. Carga térmica a través del suelo

Pertenece a los *activities* del cálculo de refrigeración, y como su nombre lo indica se encarga de calcular la carga térmica tanto por conducción como por la radiación que incide sobre el techo. Este *activity* es muy parecido al anterior, debido a que el

T.C. Suelo

Seleccione un método de cálculo:

Típico (por tablas)

Avanzado

Seleccione la naturaleza del suelo:

Seleccione el pavimento de hormigón:

Seleccione la construcción del techo:

Seleccione el espesor:

AYUDA SIGUIENTE

(a) Típico

T.C. Suelo

Seleccione un método de cálculo:

Típico (por tablas)

Avanzado

Introduzca el peso del suelo:

Introduzca el coeficiente global de transmisión:

AYUDA SIGUIENTE

(b) Avanzado

Figura 4.8: Carga térmica a través del suelo.

método usado considera la misma expresión y mismos materiales para el techo y suelo.

Al igual que en el *activity* anterior, se presenta el título resumido, también se consiguen los *RadioButtons* que permiten elegir entre las dos formas de introducir los datos, e incluso se encuentran los mismos *Spinners* donde se seleccionan los materiales, espesores y revestimientos, en caso del modo **Típico** (parte **(a)** de la figura 4.8), o los mismos *EditTexts* para introducir directamente dichos valores, en el caso del modo **Avanzado** (parte **(b)** de la figura 4.8).

En la parte inferior se tienen los botones comunes de **Ayuda** y **Siguiente** los cuales cumplen las mismas funciones que en *activities* anteriores.

4.1.8. Carga térmica a través tabiques

Pertenece a los *activities* del cálculo del sistema de refrigeración, y como su nombre lo indica se encarga de calcular la carga térmica por conducción a través de tabiques. Este *activity* solo se muestra en las modalidades **General** y **Refrigeración**,

C. Tabiques

Seleccione un método de cálculo:

Típico (por tablas)

Avanzado

Seleccione La constitución del tabique:

Seleccione el espesor del tabique:

Seleccione la cantidad de caras con revestimiento:

AYUDA SIGUIENTE

(a) Típico

C. Tabiques

Seleccione un método de cálculo:

Típico (por tablas)

Avanzado

Introduzca el coeficiente global de transmisión:

Introduzca el coeficiente global de transmisión:

Introduzca el peso del tabique:

Introduzca el peso del suelo:

AYUDA SIGUIENTE

(b) Avanzado

Figura 4.9: Calor debido al tabique de albañilería.

cuando en el *activity* **Datos de la edificación**, se ha seleccionado al menos una de las paredes como tabique, y de las paredes seleccionadas como tabique al menos una tiene desmarcado el *CheckBox* de espacio adyacente acondicionado.

Cumple el mismo esquema anteriormente mostrado en otras *activities*, donde se muestran el título en formato resumido, los *RadioButtons* de selección del modo de introducción de datos, y los botones de **Ayuda** y **Siguiente** en la parte inferior.

En el cuerpo del *activity*, igualmente se solicita al usuario la selección de los materiales mediante los *Spinners* en el modo **Típico** (parte (a) de la figura 4.9), o la introducción directa mediante los *EditTexts* en el modo **Avanzado** (parte (b) de la figura 4.9).

Cabe destacar que aunque la expresión de este cálculo varía un poco con respecto a la de los anteriores, en el *activity* se siguen buscando los parámetros **K** y **densidad**, para conseguir la carga térmica.

4.1.9. Carga térmica por conducción, convección y radiación en ventanas y puertas de vidrio

C. Ventanas y Puertas

Seleccione un método de cálculo:

Típico (por tablas)

Avanzado

Ventana(s):

Seleccione el tipo de vidrio:

Seleccione el tipo de persiana:

Puerta(s):

Seleccione el tipo de vidrio:

Seleccione el tipo de persiana:

AYUDA SIGUIENTE

(a) Típico

C. Ventanas y Puertas

Seleccione un método de cálculo:

Típico (por tablas)

Avanzado

Introduzca el coeficiente de transmisión de ventanas:

Introduzca el coeficiente de transmisión de ventana:

Introduzca el coeficiente de transmisión de puertas:

Introduzca el coeficiente de transmisión de puertas:

AYUDA SIGUIENTE

(b) Avanzado

Figura 4.10: Carga térmica por conducción, convección y radiación en ventanas y puertas de vidrio.

Pertenece a los *activities* del cálculo del sistema de refrigeración, y como su nombre lo indica se encarga de calcular la carga térmica por conducción, convección y radiación a través de ventanas y puertas de vidrio.

Presenta el título resumido, los *RadioButtons* que permiten elegir entre las dos formas de introducir los datos, y los *Spinners* que permiten seleccionar el tipo de vidrio y persianas en las ventanas y puertas (parte **(a)** de la figura 4.10). Al igual que en los casos anteriores, el coeficiente de transmisión de calor puede ser introducido directamente en el modo **Avanzado** (parte **(b)** de la figura 4.10).

Por último en la parte inferior se tienen los botones comunes de **Ayuda** y **Siguiente** los cuales cumplen las mismas funciones que en *activities* anteriores.

4.1.10. Carga térmica debido a personas y equipos eléctricos

<p>Calor debido a personas</p> <hr/> <p>Cantidad de personas:</p> <p>Cantidad de personas:</p> <hr/> <p>Calor debido equipos eléctricos</p> <hr/> <p>N° de vatios:</p> <p>N° de vatios:</p>	<p>Calor debido a personas</p> <hr/> <p>Cantidad de personas:</p> <p>Cantidad de personas:</p> <hr/>
<hr/> <p style="color: red; font-size: small;">AYUDA SIGUIENTE</p> <p>(a) Refrigeración</p>	<hr/> <p style="color: red; font-size: small;">AYUDA SIGUIENTE</p> <p>(b) General</p>

Figura 4.11: Carga térmica debido a personas y equipos eléctricos.

Pertenece a los *activities* del cálculo del sistema de refrigeración, y como su nombre lo indica se encarga de calcular la carga térmica debido a personas y equipos eléctricos. En la parte **(a)** de la figura 4.11 se puede observar el diseño del *activity*, más éste *activity* se presenta distinto en la modalidad **General** (parte **(b)** de la figura 4.11), en la cual se omite la petición de la carga de equipos eléctricos, esto es debido a que para el cálculo del sistema de respaldo de energía, que se incluye dentro del cálculo general, se pide también la carga total de equipos eléctricos.

A diferencia de los *activities* mostrados anteriormente, este no tiene un modo avanzado. Aquí se solicita la cantidad de personas, y la potencia total consumida por los equipos eléctricos que se encuentran dentro de la sala, incluyendo la iluminación.

Por último en la parte inferior se tienen los botones comunes de **Ayuda** y **Siguiente** los cuales cumplen las mismas funciones que en *activities* anteriores. Particularmente, al pulsar el botón **Siguiente** en este *activity*, según la modalidad en

que se encuentre (**General** o **Refrigeración**) la aplicación se dirigirá a *activities* diferentes.

4.1.11. Resultados de la refrigeración

Cálculo de Refrigeración	
Carga térmica debido a paredes:	
0.0	W
Carga térmica debido al techo:	
0.0	W
Carga térmica debido al suelo:	
-0.0	W
Carga térmica debido a tabiques de albañilería:	
0.0	W
Carga térmica debido a puertas y ventanas (por conducción y convección):	
0.0	W

INICIO
GENERAR PDF

Figura 4.12: Resultados de la refrigeración.

Pertenece a los *activities* del cálculo del sistema de refrigeración, y como su nombre lo indica se encarga de mostrar los resultados del cálculo de refrigeración.

Como se observa en la figura 4.12, en la parte superior presenta el título del *activity*, más abajo, está el resultado de cada una de las cargas térmicas calculadas a lo largo de todo el proceso, mostradas en *TextViews*, los cuales, según el *Spinner* que tienen a un lado, se pueden mostrar en W (vatios) o $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$.

Al final, también muestra el resultado del cálculo de la Capacidad requerida del equipo de refrigeración en unidades de $\frac{\text{BTU}}{\text{h}}$ y TRF (Toneladas de refrigeración).

Por último en la parte inferior se tienen dos botones, el primero es el botón de **Inicio**, el cual inicializa todas las variables y devuelve al usuario al *activity* "Principal", y el segundo es **Generar PDF** el cual, genera un reporte llamado Refrigeración.pdf que se aloja en la carpeta descargas del almacenamiento externo (SD card) del dispositivo, y contiene de forma organizada los resultados presentados en esta ventana.

4.1.12. Datos del sistema de distribución de energía

The screenshot shows a form titled "Datos Iniciales" with the following fields and options:

- Cargas NO Críticas
- Cargas NO Críticas
- Equipo de refrigeración
- Capacidad del equipo
- Capacidad del equipo
- Opciones avanzadas
- Banco de batería
- Tiempo de respaldo
- Tiempo de respaldo [h]
- Cargas en A*h
- Cargas en A*h
- Seleccione el voltaje de la(s) batería(s)
- 12 V (dropdown menu)

At the bottom of the form are two buttons: "AYUDA" and "SIGUIENTE".

Figura 4.13: Datos del sistema de distribución de energía.

Pertenece a los *activities* del cálculo de respaldo de energía, se puede acceder a este *activity* en las modalidades **General** y **Respaldo**, es donde se modifican valores importantes del diseño, como capacidad de las baterías, horas de respaldo, entre otros. Cabe destacar, que en el caso de estar en la modalidad **Respaldo**, se pide la capacidad del equipo de refrigeración, el cual se puede estimar en la modalidad **General**, mientras que en esta última modalidad es necesario indicar el valor de la potencia consumida por la carga no crítica, con el fin de incluirla en el cálculo de la capacidad del equipo de refrigeración.

En el cuerpo del *activity* (figura 4.13) se muestra la solicitud de la capacidad del equipo de refrigeración en un *TextView*, seguido de un *CheckBox* de “Opciones avanzadas”, con el cual se es capaz de modificar los parámetros predeterminados del sistema de distribución de energía implementado, el cual se muestra en la figura 3.1.

En la parte inferior se tienen los botones comunes de **Ayuda** y **Siguiente** los cuales cumplen las mismas funciones que en *activities* anteriores.

4.1.13. Cargas respaldadas por el banco de baterías

Cargas del banco de baterías

Agregue las cargas críticas:

NE	Cant	P	AC/DC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	DC

ELIMINAR EL ÚLTIMO AGREGAR

AYUDA SIGUIENTE

Figura 4.14: Cargas respaldadas por el banco de baterías.

Pertenece a los *activities* del cálculo del sistema de respaldo de energía, y es donde se introducen las cargas respaldadas por el banco de baterías, es decir, las cargas que estarán respaldadas tanto por el generador de emergencia como por el banco de baterías.

En este *activity* (figura 4.14) se presenta una especie de tabla que consta de las siguientes columnas: Nombre del equipo, Cantidad, Potencia consumida, Tipo de

alimentación (AC/DC), más abajo, cuenta con dos botones para administrar la tabla, los cuales son, **Agregar** y **Eliminar el último**, que como se logra inferir, sirven para agregar un dato o eliminar el último.

Al agregar un dato, se crea una nueva fila que contiene:

- Un *TextView* donde se identifica al equipo introducido con un nombre.
- Un *TextView* donde se introduce la cantidad de equipos que hay de ese modelo.
- Un *TextView* donde se introduce la potencia consumida por un equipo de ese modelo.
- Un *Spinner* donde se selecciona el tipo de alimentación del equipo, esto es: AC o DC

A cada una de las filas agregadas se les valida los datos y se guardan los mismos al pulsar el botón siguiente en la parte inferior del *activity*.

Este *activity* también contiene el botón **Ayuda** como la mayoría, el cual cumple la misma función.

4.1.14. Cargas respaldadas por el generador de emergencia

Pertenece a los *activities* del cálculo del sistema de respaldo de energía, y es donde se introducen las cargas respaldadas únicamente por el generador de emergencia.

Al igual que el *activity* anterior, se presenta la misma tabla que consta de las columnas antes mencionadas, y cuenta con los mismos botones para administrar la tabla como se observa en la figura 4.15.

En la parte inferior se tienen los botones comunes de **Ayuda** y **Siguiente** los cuales cumplen las mismas funciones que en *activities* anteriores.

Cargas del generador de emergencia

Agregue las cargas críticas:

NE	Cant	P	AC/DC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	AC
Nombre del Equip	Cant	Wats	<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> AC DC </div>

ELIMINAR EL ÚLTIMO
AGREGAR

AYUDA
SIGUIENTE

Figura 4.15: Cargas respaldadas por el generador de emergencia.

Cabe destacar que según el esquema considerado, es aquí donde se considera la carga del equipo de refrigeración, más el consumo de este equipo se estima directamente en el caso de la modalidad **General** o se pregunta en un *activity* anterior para la modalidad **Respaldo**, por lo que el usuario no debe preocuparse por introducir los datos del mismo en este *activity*.^[27]

4.1.15. Resultados del respaldo de energía

Pertenece a los *activities* del cálculo de respaldo de energía, y como su nombre lo indica se encarga de mostrar los resultados del cálculo mencionado.

Como se observa en la figura 4.16, en la parte superior presenta el título del *activity*, más abajo, se encuentran los valores de las cargas totales introducidas por

Cálculo de Respaldo de Energía	
<u>Banco de batería</u>	
Carga total AC	
0.0	W
Carga total DC	
0.0	W
Carga Total	
0.0	W
<u>Arreglo del banco de baterías</u>	
Se utilizan 1 arreglos en paralelo de 4 baterías en serie.	
<u>Generador de emergencia</u>	
Carga Total	
0.0	W
INICIO	GENERAR PDF

Figura 4.16: Resultados del respaldo de energía.

el usuario, mostradas en *TextViews*, los cuales, según el *Spinner* que tienen a un lado, se pueden mostrar en W (vatios), kW (Kilovatios).

Al final, también muestra el resultado del cálculo de la capacidad requerida por el banco de baterías [W, kW o Ah], y un estimado de las baterías necesarias para soportar dicha carga.

De igual manera, se muestra la carga Total en vatios, parámetro importante para el usuario a la hora de seleccionar el equipo de refrigeración.

Por último en la parte inferior se tienen dos botones, el primero es el botón de **Inicio**, el cual inicializa todas las variables y devuelve al usuario al *activity* "Principal", y el segundo es **Generar PDF** el cual, genera un reporte llamado Respaldo.pdf que se aloja en la carpeta descargas del almacenamiento externo (SD card) del dispositivo, y contiene de forma organizada los resultados presentados en esta

ventana, además de la lista especificada de los equipos introducidos por el usuario y la potencia que dichos equipos consumen.

4.1.16. Resultados Generales

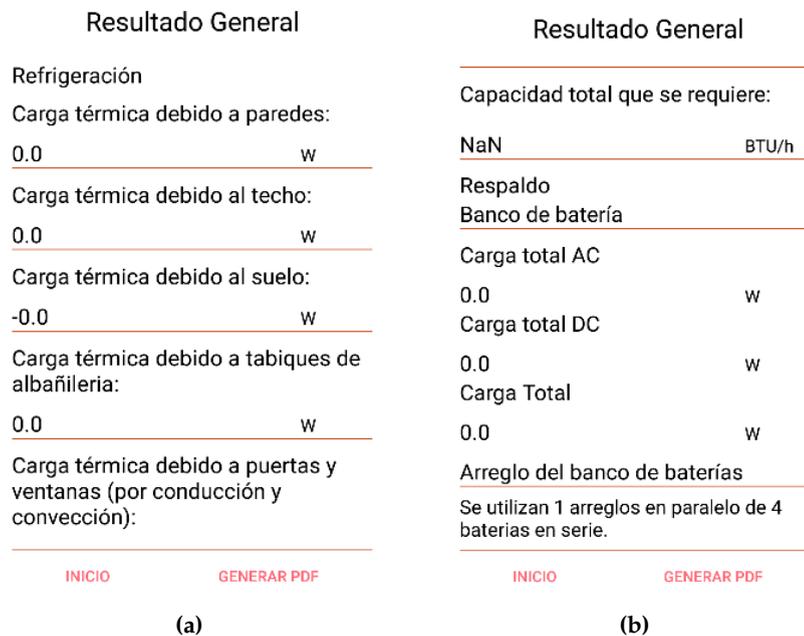


Figura 4.17: Resultado general.

Muestra el resultado de todo el proceso de cálculo completo, es decir tanto del sistema de refrigeración (parte (a) de la figura 4.17) como el de respaldo de energía (parte (b) de la figura 4.17). En resumen, se puede decir que este *activity* es la suma del *activity* “Refrigeración” y el *activity* “Respaldo”.

En la parte superior del *activity* se muestra el título, seguido de los resultados del cálculo del sistema de refrigeración y los de respaldo de energía.

En el cuerpo, se encuentran los títulos que delimitan entre los resultados del sistema de refrigeración y el de respaldo de energía, entre los resultados del sistema de refrigeración, están cada una de las cargas térmicas calculadas en W, kW o $\frac{Kcal}{h}$, seguido a ello, muestra el resultado del cálculo de la Capacidad requerida del equipo de refrigeración en unidades de $\frac{BTU}{h}$ o TRF.

Después, se encuentran los resultados del sistema de respaldo de energía, que inician con las cargas totales [W, kW] introducidas por el usuario, el resultado del cálculo de la capacidad requerida por el banco de baterías [W, Ah], un estimado de las baterías necesarias para soportar dicha carga, y al final, se muestra la carga total en W.

Por último en la parte inferior se tienen dos botones, el primero es el botón de **Inicio**, el cual inicializa todas las variables y devuelve al usuario al *activity* "Principal", y el segundo es **Generar PDF** el cual, genera un reporte llamado General.pdf que se aloja en la carpeta descargas del almacenamiento externo (SD card) del dispositivo, y contiene de forma organizada los resultados presentados en esta ventana, además de la lista especificada de los equipos introducidos por el usuario y la potencia que dichos equipos consumen en la sección de respaldo.

4.2. Diseño del sistema de refrigeración y respaldo de energía por medio de la herramienta computacional

En esta sección, se desarrollará, el funcionamiento de la herramienta computacional mediante la elaboración del sistema de refrigeración y respaldo de energía de una sala de telecomunicaciones utilizando valores estándar. Este diseño se realiza en la opción de *General* que como se señalo anteriormente incorpora tanto el sistema de refrigeración como el sistema de respaldo de energía.

4.2.1. Descripción de los datos para el diseño

4.2.1.1. Datos iniciales para el sistema de refrigeración

Como se puede observar en la figura 4.18 se presentan los valores de la temperatura externa e interior de bulbo seco, humedad relativa interior y exterior y la temperatura de rocío. Estos valores son necesarios para los cálculos posteriores.

Datos Iniciales

Introduzca la temperatura de rocío:
10

Interior:

Temperatura de bulbo seco: (°C)
20

Humedad relativa: (%)
50

Exterior:

Temperatura de bulbo seco: (°C)
32

Humedad relativa: (%)
55

Figura 4.18: Datos iniciales para el sistema de refrigeración.

4.2.1.2. Datos de la edificación

Como se mencionó en la sección anterior, este *activity* se divide en 5 partes, datos generales, pared 1, pared 2, pared 3 y pared 4. En la figura 4.19 se puede observar los datos generales y una parte de la pared 1.

Esta pared está en sombra y tiene una orientación *Este*. Para las demás paredes se tomaron los siguientes valores:

Pared 1

Ancho: 4m
Área de ventanas: 0m²
Área de puertas: 3m²
Orientación: Este
Está en sombra

Pared 2

Ancho: 8m
Área de ventanas: 0m²
Área de puertas: 0m²
Orientación: Sur

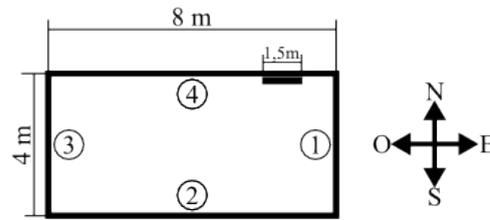
Pared 3	Pared 4
Ancho: 4m	Ancho: 8m
Área de ventanas: 0m ²	Área de ventanas: 0m ²
Área de puertas: 0m ²	Área de puertas: 0m ²
Orientación: Oeste	Orientación: Norte
	Está en sombra

Datos de la Edificación	
Datos generales:	
Altura de las paredes: (m)	
3.5	
Ancho de la sala: (m)	
4	
Largo de la sala: (m)	
8	
Pared 1:	
Ancho de la pared: (m)	
4	
Área de la(s) ventana(s): (m ²)	
0	
Área de la(s) puerta(s): (m ²)	
0	

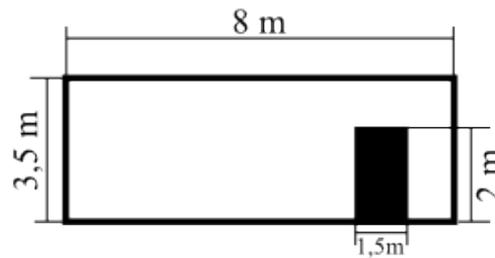
Figura 4.19: Datos de la edificación.

En la figura 4.20 se presenta un esquema de la edificación que se utilizó.

Estos valores son necesarios para los cálculos posteriores.



(a) Vista de planta



(b) Vista frontal

Figura 4.20: Esquema de la edificación.

4.2.1.3. Transmisión de calor a través de paredes

Seleccione el método de construcción:

Muros de mampostería

Seleccione el tipo de construcción:

Hormigón Vertido (2250Kg/m3)

Seleccione el espesor:

30 cm

Seleccione el revestimiento interior:

Enlucido de arena 15mm

Figura 4.21: Datos de las paredes.

En la figura 4.21 se presentan las características de construcción de las paredes, lo cual permite obtener el coeficiente de transmisión global y la densidad de las paredes; éste coeficiente tiene como resultado $k = 2,95 \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]$ debido a lo antes seleccionado y la densidad de las paredes es $\rho = 713 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$.

4.2.1.4. Transmisión de calor a través del techo

Selecione la naturaleza del suelo:
Desnudo o linóleo 3mm o embaldosado

Selecione el pavimento de hormigón:
Enlucido de arena

Selecione la construccion del techo:
Desnudo sin forro

Selecione el espesor:
25 cm

Está en sombra

Figura 4.22: Datos del techo.

Como se puede observar en la figura 4.22 las características que se presentan tienen la finalidad de obtener el coeficiente de transmisión global y la densidad del techo, por lo que con las características seleccionadas este coeficiente es de $k = 2,72[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}]$ y la densidad es $\rho = 508[\frac{kg}{m^3}]$. Es necesario resaltar que el techo recibe radiación solar debido a que no está seleccionado el *Checkbox* presente en la parte inferior izquierda de la figura 4.22.

4.2.1.5. Transmisión de calor a través del suelo

Selecione la naturaleza del suelo:
Desnudo o linóleo 3mm o embaldosado

Selecione el pavimento de hormigón:
Enlucido de arena

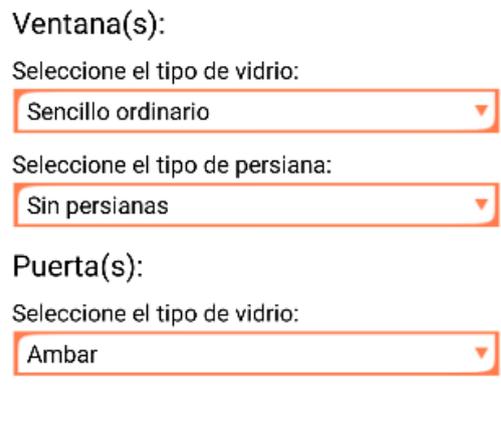
Selecione la construccion del techo:
Desnudo sin forro

Selecione el espesor:
25 cm

Figura 4.23: Datos del suelo.

Como se puede observar en la figura 4.23, para este paso se mantienen las mismas características expresadas en el anterior, mas se define el coeficiente de transmisión global y la densidad del suelo, por ello estos valores son los siguientes $k = 2,05[\frac{W}{m^2\text{°C}}]$ y $\rho = 508[\frac{kg}{m^3}]$. Para este caso es necesario resaltar que no se necesita el *Checkbox* ya que el suelo siempre permanece en sombra.

4.2.1.6. Calor por conducción, convección y radiación a través de ventanas y puertas de vidrio



The image shows a software interface with the following elements:

- Ventana(s):**
 - Seleccione el tipo de vidrio: Sencillo ordinario
 - Seleccione el tipo de persiana: Sin persianas
- Puerta(s):**
 - Seleccione el tipo de vidrio: Ambar

Figura 4.24: Datos de la(s) ventana(s) y la(s) puerta(s).

Es necesario resaltar que en este cálculo independientemente de las características que se seleccionen en las ventanas para este ejemplo, su resultado será cero debido a que no existe ninguna ventana como se indicó en los **Datos de la Edificación**, es decir, el área de las ventanas es igual a cero para este ejemplo. Por otra parte, para las puertas como se explicó anteriormente se utiliza el caso más deficiente con la utilidad de puertas de vidrios, seleccionando un tipo de vidrio color ambar. Con esta selección (figura 4.24) se obtiene el valor del coeficiente de transmisión global o coeficiente global de insolación que es $k = 0,70[\frac{W}{m^2\text{°C}}]$.

4.2.1.7. Calor debido a personas

Como se puede observar en la figura 4.25 solo se menciona la cantidad de personas que permanecen en la sala de telecomunicaciones un cierto tiempo. Además con el valor adquirido anteriormente de la temperatura interior de bulbo seco ($T_i = 20^\circ\text{C}$), se obtiene la ganancia debido a ocupantes, resultando una $G = 85,66[\text{W}]$. Es necesario resaltar que en este *activity* se omite la petición de colocar los artefactos eléctrico debido a que son tomados en cuenta en el diseño de sistema de respaldo de energía.

Calor debido a personas

Cantidad de personas:

2

Figura 4.25: Datos de la cantidad de personas.

4.2.1.8. Datos iniciales del sistema de respaldo de energía

Datos Iniciales

Cargas NO Críticas [W]

1300

Opciones avanzadas

Figura 4.26: Datos iniciales del sistema de respaldo de energía.

En los datos iniciales primeramente se ingresa la potencia [vatios] de las cargas no críticas debido a que dichas cargas no son relevantes para el diseño de respaldo de energía, más si lo son para el diseño de refrigeración ya que éstas generan calor y afectan en dicho diseño, por ende, son utilizadas para obtener la carga térmica debido a artefactos eléctricos. Por lo tanto, como se observa en la figura 4.26 se tiene una potencia de 1300 [W] en las cargas no críticas. Adicionalmente se observa

que no esta seleccionado el *Checkbox* porque se trabaja con valores predeterminados como lo son, tiempo de respaldo de 8 horas, eficiencia de los rectificadores e inversores de 90 % y un 30 % de la carga total que se tomo para cargas extras.

4.2.1.9. Cargas del banco de batería

Cargas del banco de baterías

Agregue las cargas críticas:

NE	Cant	P	AC/DC
Router	3	600	DC
BSC	2	<u>1200</u>	AC

ELIMINAR EL ÚLTIMO
AGREGAR

Figura 4.27: Datos del banco de batería.

Como se observa en la figura 4.27, se agregaron dos cargas con sus respectivas características y así se van almacenando las cargas tanto AC como DC para el diseño de respaldo por medio del banco de batería.

4.2.1.10. Cargas del motogenerador o generador de emergencia

Como se puede observar en la figura 4.28, se dispone de las cargas en DC y AC para así obtener el total de las cargas que se podrán respaldar con el motogenerador.

Cargas del generador de emergencia

Agregue las cargas críticas:

NE	Cant	P	AC/DC
MSS	1	3200	DC
Cisco catalys	3	<u>15.4</u>	AC
UPS	1	1200	AC

ELIMINAR EL ÚLTIMO
AGREGAR

Figura 4.28: Datos del motogenerador o generador de emergencia.

4.2.2. Resultados

Al cumplir con todos los pasos anteriores se tiene como resultado el dimensionamiento del equipo a utilizar en el sistema de refrigeración y la carga total que existe para el sistema de respaldo de energía, con mas detalle se presenta dichos resultados en las figuras a continuación:

Como se puede observar en la parte (a) de la figura 4.29, la carga térmica debido a tabiques de albañilería es igual a cero debido a que en ningún momento se señaló que alguna de las paredes se haya seleccionado como tabique.

Se tiene como resultado que se requiere para el sistema de refrigeración un equipo con una capacidad de $95664,64 \left[\frac{\text{BTU}}{\text{h}} \right]$ para disponer de una refrigeración adecuada en la sala de telecomunicaciones, una carga de $967,778 \left[\frac{\text{A}}{\text{h}} \right]$ para el banco de batería y una carga de $17079,37 \text{ [W]}$ para el motogenerador. De esta manera se observa el funcionamiento de la herramienta computacional.

Resultado General	Resultado General
Refrigeración	convección):
Carga térmica debido a paredes:	25.199999 W
1304.7095 W	Carga térmica debido a puertas y ventanas (por radiación):
Carga térmica debido al techo:	81.144 W
1313.2878 W	Carga térmica debido a personas:
Carga térmica debido al suelo:	171.33333 W
498.56003 W	Carga térmica debido a equipos eléctricos:
Carga térmica debido a tabiques de albañilería:	12594.721 W
0.0 W	Capacidad total que se requiere:
Carga térmica debido a puertas y ventanas (por conducción y convección):	95664.64 BTU/h
(a)	(b)

Resultado General	
Respaldo	
Banco de batería	
Carga total AC	
2400.0	W
Carga total DC	
1800.0	W
Carga Total	
967.77783	A*h
Arreglo del banco de baterías	
Se utilizan 2 arreglos en paralelo de 4 baterías en serie.	
Generador de emergencia	
Carga Total	
17079.37	W
(c)	

Figura 4.29: Resultados.

4.3. Evaluación de la herramienta computacional

4.3.1. Rendimiento

Mediante el software **Android Studio** es posible obtener un estimado del rendimiento de la aplicación con respecto al **hardware**, es decir, el consumo de recurso que genera la aplicación al ejecutarse en un dispositivo.

Para comenzar, se puede observar en la siguiente gráfica (figura 4.30) el uso del CPU en % con respecto al tiempo, mientras se ejecuta un emulador android, y se interactúa con la aplicación.

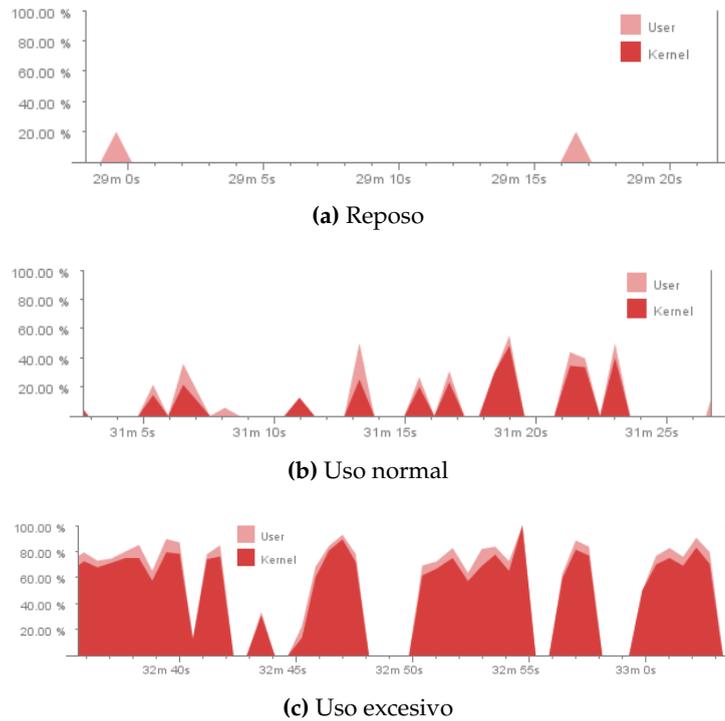


Figura 4.30: Uso del CPU.

Se logra observar que en estado de reposo, prácticamente no se usa el CPU. Luego, al interactuar con la aplicación, introduciendo valores, validando datos y cambiando de *activities* de forma rápida exigiendo un alto rendimiento de la aplicación, se obtienen resultados de uso de CPU moderado, y que solo es continuo cuando se realizan acciones rápidas.

Ahora, al interactuar con el menú de ayuda, se logra observar como el uso de CPU aumenta considerablemente, llevando a valores por encima de 60 %, aunque tampoco es un uso continuo que pueda traer problemas al dispositivo.

Con respecto a la memoria RAM, se logra ver en la siguiente gráfica 4.31, el uso de memoria RAM con respecto al tiempo.

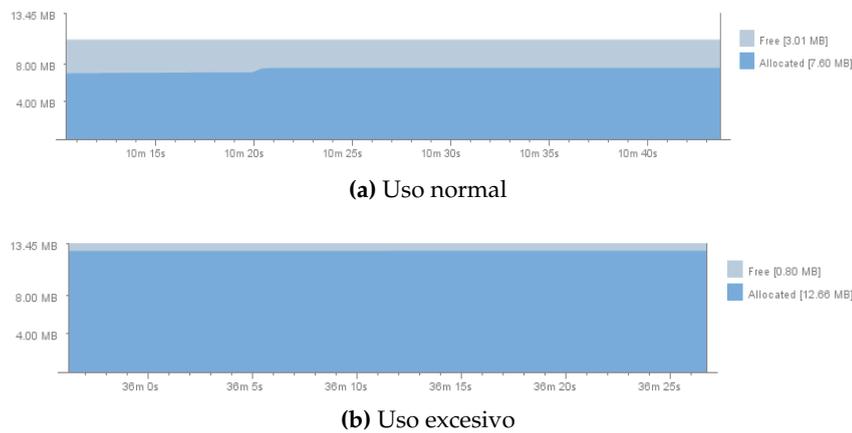


Figura 4.31: Uso de la RAM.

Los valores oscilan sobre un promedio de 8 Mb, aunque se han obtenido valores en ocasiones de hasta 13 Mb.

4.3.2. Manejabilidad

Por medio del manejo realizado en el desarrollo de la herramienta computacional con ayuda del emulador que brinda el entorno de desarrollo Android Studio, se determinó que el usuario no necesita de un entrenamiento previo para utilizar dicha herramienta ya que presenta una interfaz intuitiva que por ende le permite al usuario una manejabilidad con la aplicación sin complejidad. Además con la generación de la APK y su instalación en un dispositivo se confirma que la manejabilidad de la misma es de una forma sencilla. Por otra parte, no dispone de ningún obstáculo referente a la rotación de la pantalla ya que la pantalla horizontal (landscape) está deshabilitada.

4.3.3. Interfaz gráfica

La interfaz gráfica se diseño en los colores negro y azul para no incomodar al usuario en cualquier hora del día que este utilizando la aplicación, además la ubicación de los objetos no requiere de una búsqueda excesiva ya que se encuentran a simple vista y son fáciles de recordar. También tiene un tamaño y un color de letra adecuado para los diversos dispositivos que manejan android.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

La culminación de los objetivos planteados al inicio de este proyecto, trajo como resultado, la herramienta computacional que se proyectó en un principio.

Tomando en cuenta que el cálculo del sistema de refrigeración y respaldo de energía, teniendo todos los datos y medidas necesarias a la mano, lleva un tiempo promedio aproximado de 2 horas y media, mientras que con la ayuda de la herramienta el mismo cálculo se logra realizar en menos de 45 minutos en las mismas condiciones. Entonces se concluye la efectividad del uso de la herramienta al realizar un diseño de este tipo.

Con respecto al método usado para el sistema de refrigeración, es un método que no está diseñado específicamente para Venezuela y sus adyacencias, motivo por el cual carece de muchos de los materiales de construcción comúnmente usados en el país, ni tampoco es un método exclusivo para salas de telecomunicaciones. Por lo cual, haber adaptado el método para su uso en salas de telecomunicaciones situadas en Venezuela, lo vuelve un método práctico y fácil de entender para usuarios venezolanos, otorgándoles un gran aporte a la hora de realizar un diseño de refrigeración y/o respaldo de energía.

El hecho de considerar en el cálculo los efectos de carga térmica a través de puertas únicamente de vidrio, no se hace una limitante a la hora de realizar un diseño de refrigeración, debido a que se está considerando la peor opción, y el hecho de que la puerta sea de un material distinto, solo generara un sobre-dimensionamiento del equipo de refrigeración que incluso podría ser despreciable.

Según las observaciones obtenidas en la sección 4.3, la aplicación consume relativamente pocos recursos, con lo cual, es posible ejecutarla en la mayoría de los dispositivos Android en el mercado, recordando que la aplicación está diseñada para la versión 4.0 Ice cream sandwich (API 14).

Por otra parte, la baja complejidad en la manejabilidad de la herramienta computacional, hace que sea de fácil uso incluso para los usuarios que no son hábiles en el manejo del sistema operativo Android.

En cuanto a la interfaz gráfica, los colores seleccionados y la interfaz sencilla, hacen que el usuario no se fatigue, y pueda entender fácilmente lo que se presenta en la aplicación.

Se debe tener en cuenta que aunque la aplicación está diseñada para ser soportada en múltiples tamaños de pantalla, puede bajar las prestaciones al ejecutarse en un dispositivo con pantalla pequeña o con muy baja densidad de píxeles.

5.2. Recomendaciones

Las siguientes son recomendaciones referentes al trabajo realizado en pro del mejoramiento del mismo o la obtención de mejores resultados para un diseño realizado.

- El generador de emergencia no debe estar por encima del 70 % de su capacidad y no menor de 40 % de su capacidad.
- Ampliar el abanico de materiales empleados para el cálculo de cargas térmicas para darle al usuario más posibilidades de elección a la hora de realizar el

cálculo de forma **típica**, tomando en cuenta que la ampliación se realice con materiales comunes en construcciones venezolanas.

- Añadir a la aplicación una sección donde la misma sea capaz de recomendar al usuario, según los resultados obtenidos, algunos de los equipos comerciales de refrigeración y respaldo de energía, con los cuales lograría cumplir con los requerimientos exigidos por la sala de telecomunicaciones.
- Ampliar el alcance de la aplicación incluyendo el cálculo de la ductería de ventilación, dimensiones de rejillas, etc.
- Utilizar otros esquemas de distribución de energía, en la aplicación de tal manera que el usuario pueda seleccionar el esquema mas apropiado, o incluso crear su propio esquema.
- Añadir compatibilidad del software con diseños CADs exportados de otros programas, con los cuales el usuario cuente con más facilidad a la hora de introducir los datos.
- Aprovechando las ventajas de utilizar un dispositivo Android, implementar diferentes funcionalidades a la aplicación con respecto a la adquisición de datos, como por ejemplo que por medio de la cámara del móvil, se identifique las medidas de la estructura física de la sala.

Apéndice A

Códigos XML

Véase en el CD adjunto, "Codigos XML.pdf".

Apéndice B

Códigos JAVA

Véase en el CD adjunto, "Codigos JAVA.pdf".

Referencias Bibliográficas

- [1] E. Nieves. Ingeniería conceptual para el diseño de una sala de telecomunicaciones. Master's thesis, Universidad Simón Bolívar, 2012.
- [2] M. Gonzales y O. Velasco. Optimización energética mediante un análisis de exergía a un sistema de acondicionamiento de aire ubicado en el paraninfo de la ucv. Master's thesis, Universidad Central de Venezuela, 2007.
- [3] Lobatón D. Diseño de estándares en sistemas de respaldo de energía en corriente continua, alterna y fotovoltaica. Master's thesis, Universidad Simón Bolívar, 2009.
- [4] URL www.inameh.gob.ve.
- [5] R. Gutiérrez. *Hacia un Sistema de Telecomunicaciones Completamente Óptico*. Instituto de Ingeniería UNAM, 2005.
- [6] J. M. Huidobro. *Redes y Servicios de Telecomunicaciones*. Thomson-Paraninfo, 4st edition.
- [7] K. Pramod and J. Yogendra. *Energy Efficient Thermal Management of Data Centers*. 1st edition, 2012.
- [8] E. Hernandez. *Fundamentos de aire acondicionados y refrigeración*. Limusa, 1st edition, 2009.
- [9] URL www.ashrae.org/about-ashrae/espanol-about-ashrae-.
- [10] Carrier. *Manual de aire acondicionado*. Marcombo S.A, 2009.

- [11] D. Suescun. Sistema de alimentación y respaldo de energía eléctrica para el centro de datos de la usb. Master's thesis, Universidad Simón Bolívar, 2013.
- [12] Ieee recommended practice for emergency and standby power systems for industrial and commercial applications, December 1995.
- [13] The National Fire Protection Association Inc. The national electrical code, 2005.
- [14] R. Guirado y J. Del Valle-Inclán J. Carpio, J. Míguez. *Alimentación de Cargas Críticas y Calidad de Energía Eléctrica*. UNED, 2013.
- [15] G.E Harper. *Tecnología de generación de energía eléctrica*. 2009.
- [16] H. Muhammad. *Electrónica de Potencia*. 3era edition, 2004.
- [17] G.E Harper. *El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos*. 2004.
- [18] L. Aragon. *Experiencias concretas de innovación y aprendizaje tecnológico en la empresa luz y fuerza del centro Juan Martinez*. 1997.
- [19] C.C. Carr y J.H. Watt T. Croft. *El libro de consulta del electrotécnico*. 3era edition, 1994.
- [20] . URL www.android.com.
- [21] . URL www.android-studio.uptodown.com/.
- [22] URL www.java.com/es/about/whatis_java.jsp.
- [23] URL www.samsung.com/ve/support/skp/faq/1070669.
- [24] URL developer.android.com.
- [25] S. Medrano. Medición de humedad relativa con psicrómetro. *La Guía MetAs*, (9):2-3, Septiembre 2003.
- [26] C. Muñoz. Introducción a los sistemas de energía dc en telecomunicaciones, 2012.
- [27] O. Penissi. *Canalizaciones eléctricas residenciales*. 9na edition, 2005.

Anexo A

Tablas del método CLTD/SCL/CLF

