ANÁLISIS, DOCUMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO A LA PROPUESTA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO PARA INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICACIONES RITE PARA COLOMBIA.



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

MICHAEL ÁLVARO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA ELÉCTRICA
BOGOTÁ D.C.
2017

ANÁLISIS, DOCUMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO A LA PROPUESTA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO PARA INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICACIONES RITE PARA COLOMBIA.

MICHAEL ÁLVARO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

Proyecto de Grado presentada para obtener el título de:
Ingeniero Eléctrico

Director externo:
Msc. LUIS FERNANDO LÓPEZ

Director interno:
Msc. JAIME PEÑA RODRÍGUEZ

Proyecto de Pasantía:
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA ELÉCTRICA
BOGOTÁ D.C.
2017

AGRADECIMIENTOS

A dios por haberme permitido dar este primer paso hacia la construcción de mi proyecto de vida.

Este trabajo es el reflejo de todos mis años de estudio y el apoyo incondicional de mis padres María Hernández y Álvaro Hernández, quienes con su cariño y dedicación, me ayudaron a cumplir mis sueños, a mis hermanas Alexandra Hernández y Carolina Hernández, por su cariño y ejemplo a seguir para continuar luchando por mis metas profesionales y personales, a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y a todos sus docentes, por la formación obtenida durante estos cinco años, al Ministerio de Minas y Energía por la oportunidad de realizar una pasantía dentro de sus instalaciones y recibir un apoyo y asesoría incondicional para el desarrollo de este documento.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS 3

LISTA DE TABLAS 6

LISTA DE ILUSTRACIONES 6

INTRODUCCIÓN 7

ABREVIATURAS 8

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 9

2. JUSTIFICACION 11

3. OBJETIVOS 12

3.1. Objetivo General. 12

3.2. Objetivos Específicos 12

4. MARCO REFERENCIAL 13

5. REVISION BIBLIOGRAFICA Y ESTADO DEL ARTE. 14

5.1. Definiciones. 15

6. LEYES, DECRETOS Y RESOLUCIONES DEL ESTADO COLOMBIANO PARA FOMENTAR EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA, CALIDAD DE AIRE Y REQUISITOS EN PISCINAS. 18

6.1. Ley 697 de 2001 19

6.2. Decreto 3683 DE 2003 y Decreto 2501 DE 2007. 19

6.3. Ley 1715 de 2014. 20

6.4. Resolución 41286 de 2016. 21

6.5. Resolución 41012 de 17 de septiembre de 2015. 22

6.6. Regulación colombiana para la calidad del aire. 22

6.7. Regulación colombiana en piscinas. 23

6.8. Conclusión capítulo sexto. 24

7. CÓDIGOS EN EDIFICACIONES Y REGLAMENTOS TÉCNICOS EN INSTALACIONES TÉRMICAS. 25

7.1. Caso Español. 26

7.2. Caso Colombiano. 28

7.2.1. Guía de construcción sostenible para ahorro de agua y energía. 28

8. NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES. 31

9. PROGRAMAS DE EFICIENCIA ENERGETICA EN COLOMBIA PARA AIRE ACONDICIONADO Y CARGAS TERMICAS. 33

10. REVISION DE LA PROPUESTA PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL REGLAMENTO RITE. 35

10.1. Tipos de edificaciones que contempla el RITE de acuerdo a la NSR-10. 35

10.1.1. Aporte primero. 37

10.2. Requisitos de seguridad para acondicionamiento de aire, norma NSR. 38

10.3. Aspectos tecnológicos y sustancias refrigerantes a considerar. 40

10.3.1. Aporte segundo. 43

10.4. Clasificación climática en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa 44

10.5. Confort térmico 44

10.5.1. Aporte tercero. 46

10.6. Ventilación natural. 47

10.6.1. Aporte cuarto. 49

10.7. Aspectos para la simulación de instalaciones térmicas 49

10.7.1. Variables y constitución de un sistema térmico. 50

10.8. Sistemas de agua caliente sanitaria ACS. 52

10.8.1. Aporte quinto. 54

10.9. Protocolo de verificación y especificaciones de la calidad de la instalación en sistemas HVAC. 54

10.10. Primeras observaciones propuesta RITE, a partir del Artículo 1 hasta el numeral IT 4.3.3. . 56

11. ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL BORRADOR PROPUESTO DEL RITE. 71

12. ANALISIS DE RESULTADOS. 74

13. RESULTADOS ALCANZADOS. 77

14. EVALUACION Y CUMPLIMIENTO. 78

15. CONCLUSIONES 80

REFERENCIAS 81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Marco legal colombiano con referencia a la gestión eficiente de la energía. 18
Tabla 2. Marco legal colombiano para: calidad del aire, ventilación y climatización. 22
Tabla 3. Marco legal colombiano para: características técnicas y de seguridad para piscinas. 23
Tabla 4. Referentes en reglamentos técnicos en España y Latinoamérica. 25
Tabla 5. Clasificación climática en Colombia. 29
Tabla 6. Normas nacionales e internacionales en acondicionamiento climático y agua sanitaria para las instalaciones térmicas. 32
Tabla 7. Tipo de tecnologías implementadas en aire acondicionado y refrigeración. 33
Tabla 8. Medidas de ahorro energético para cargas térmicas para sector terciario y residencial (propuestas por el plan de acción PAI-PROURE.) 34
Tabla 9. Grupos y subgrupos de ocupación de las edificaciones según NSR-10. 35
Tabla 10. Factor de ocupación de los grupos y subgrupos de ocupación de las edificaciones según NSR-10. 37
Tabla 11. Tipo de anclaje o amarre requerido, usado para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía. [14] 38
Tabla 12. Especificaciones técnicas promedio para equipos de aire acondicionado. 41
Tabla 13. Especificaciones técnicas promedio para equipos de refrigeración industrial. 42
Tabla 14. Variables y características para la viabilidad de un sistema de ventilación natural para edificaciones. [16] 48
Tabla 15. Constitución de sistemas intercambiadores de calor en programas computacionales (acondicionamiento de aire y agua sanitaria) [18] [19] 51
Tabla 16. Comparativa normatividad colombiana y española. 69
Tabla 17. Contenido mínimo y necesario presente en el borrador 71

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Agrupación y estado de normas ISO 50001. 31
Ilustración 2. Clasificación de los equipos de aire acondicionado. 41
Ilustración 3. Equipos de refrigeración industrial. 42
Ilustración 4. Requerimientos básicos para la determinación del confort térmico. 45
Ilustración 5. Calculo de condiciones aceptables del ambiente térmico. 46
Ilustración 6. Método de las series temporales radiantes, implementado para el dimensionamiento de la potencia térmica. 51
Ilustración 7. Sistemas de climatización en herramientas computacionales (ciclo de trabajo). 52
Ilustración 8. Elementos que hacen parte de un sistema de ACS para edificaciones. 53

INTRODUCCIÓN

El uso de energía eléctrica representa un papel primordial actualmente para las personas, debido a que cada día se hace más indispensable para las actividades diarias que se realizan, los constantes avances tecnológicos y las comodidades o confort que representan. Por tanto, se debe crear lineamientos que permitan un suministro energético continuo y confiable, instalaciones integrales y eficientes, al igual que la creación política técnicas y buenas prácticas de consumo tanto para los usuarios como para los diferentes agentes que intervienen en el sector energético.

Uno de los usos finales para la energía eléctrica que representan un gran crecimiento en consumo energético en Colombia según el Programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales PROURE, para el sector terciario y residencial son las instalaciones y equipos para el acondicionamiento de aire en calefacción, refrigeración y ventilación, y los sistemas de acondicionamiento de agua caliente sanitaria. Por consiguiente, se han venido adelantando medidas para el diseño de un reglamento técnico que cubra este tipo de instalaciones para poder obtener mejoramiento del consumo energético, desde el diseño en una edificación nueva o existente, sin descuidar los criterios de seguridad y confort de los usuarios.

Por consiguiente este documento tiene la finalidad de evaluar y establecer algunos lineamientos y temáticas que se deben abordar en el reglamento técnico de instalaciones térmicas en Colombia RITE, a cargo del Ministerio de Minas y Energía, al igual que evaluar la viabilidad del borrador presentado por asociaciones del sector privado relacionado a este tipo de instalaciones, integrando las diferentes normas y reglamentos nacionales e internacionales relacionadas al intercambio y ganancia de temperatura en los espacios, condiciones ambientales de viento y clima, confort térmico, eficiencia energética, ventilación natural, tipo de edificación, seguridad e higiene.

ABREVIATURAS

Abreviatura	Definición
URE:	Uso racional y eficiente de la energía.
RETIE:	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
RETILAP:	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.
RETIQ:	Reglamento Técnico de Etiquetado.
RITE:	Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas en Edificaciones.
ACAIRE:	Asociación Colombiana De Acondicionamiento Del Aire Y De La Refrigeración
ACIEM:	Asociación Colombiana de Ingenieros
MME:	Ministerio de Minas y Energía.
NTC:	Norma Técnica Colombiana.
ISO:	Organización Internacional de Normalización.
UE-UNE:	Norma Española.
ASHRAE:	American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.
PROURE:	Programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales.
ICL:	Aislamiento (ropa/conjunto)
RH:	Humedad relativa.
MET:	Unidad de medición de la energía generada dentro del cuerpo.
M:	Relación metabólica.
CIURE:	Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía.
NSR-10:	Norma de Sismo Resistencia.
IDAE:	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
HE:	Documento básico – Ahorro energético.
RITICH:	Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile.
IDEAM:	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
RECIEE:	Red colombiana de conocimiento en eficiencia energética.
SMACNA:	Sheet metal & Air Conditioning Contractors' National Association.
ANSI:	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.
IEC:	Comisión Electrotécnica Internacional.
EUI:	Energy Utilization Index.
ACS:	Agua caliente sanitaria.
ACH:	Agua para Consumo Humano.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las políticas de eficiencia energética se han venido incentivando a través del tiempo con el propósito de crear medidas que ayuden a solventar el cambio climático y la disminución de gases de efecto invernadero asociado al sector energético, obligando a los diferentes agentes energéticos y partes interesadas en el uso racional de la energía.

Como estrategia, el marco legal colombiano ha dispuesto de la ley 697 de 2001, en la cual se establecen el Uso Racional de la Energía (URE), bajo esta premisa el estado debe garantizar, promover, organizar, desarrollar y dar seguimiento a su implementación por medio del Ministerio de Minas y Energía. Una de las principales consecuencias de esta ley fue el desarrollo y la implementación de reglamentos técnicos tales como el RETIE, RETILAP y RETIQ, integrando cada vez con mayor grado criterios y requisitos asociados a la eficiencia energética.

En continuación de la política se observa la necesidad de implementar un lineamiento técnico que permita establecer requisitos acerca de las instalaciones térmicas. Colombia cuenta con diversos pisos térmicos en los cuales es propensa la instalación de acondicionadores de aire en áreas internas y externas, controladores térmicos de agua para uso sanitario y piscinas, teniendo incidencia en el bienestar térmico e higiene de la población que está expuesta a este tipo de acondicionamientos; siendo entonces, el establecer criterios de diseño de instalaciones y la selección de equipos, principal objetivo para la política energética, aprovechando de manera óptima los elementos que componen la instalación.

Debido a las razones anteriores la Asociación Colombiana del Aire Acondicionado y la Refrigeración (ACAIRE) y la Asociación Colombiana de Ingenieros (ACIEM) han planteado una propuesta reglamentaria ante el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Comercio y Vivienda, por estar relacionados directamente con el bienestar de las personas, medio ambiente y el buen uso de la energía. Estas asociaciones partieron principalmente del RITE español (reglamento técnico de instalaciones térmicas en edificaciones) el cual tiene como objetivo "…*establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su*

cumplimiento.", siendo para el regulador colombiano necesario evaluar y validar la propuesta planteada, ya que las condiciones climáticas, los elementos y los valores nominales de potencia, así como las demandas energéticas son muy diferentes a las de España. [1]

A partir de lo anterior se evaluará y definir la viabilidad de la propuesta planteada por el sector privado para la implementación de un reglamento técnico de instalaciones térmicas en edificaciones RITE para Colombia.

2. JUSTIFICACION

El Ministerio de Minas y Energía bajo las leyes 697, 143 y 1715 es encargado de regular, planear, coordinar y dar seguimiento a todas las actividades relacionadas al sector eléctrico; este dispone de un conjunto de reglamentos en los cuales se establece las características técnicas mínimas que se deben tener en cuenta al momento de realizar una construcción, partiendo del diseño y acondicionamiento de una instalación eléctrica, y alimentación que recibe de la red, en segunda instancia el nivel de iluminación necesario para el bienestar de las actividades realizadas y por último un sistema de etiquetado de eficiencia energética que dé información sobre el consumo y desempeño energético de los equipos electo y gasodomésticos, así como balastos y motores utilizados por los usuarios. [2] [3]

Partiendo de lo anterior se observa una falencia en la reglamentación existente en cuanto a mantenimiento, montajes, operación, inspección, seguridad, diseño y acordonamiento de las instalaciones térmicas en edificaciones para obtener un sistema más eficiente, ya que Colombia cuenta con una gran demanda de equipos para acondicionamiento de aire, así como también de tratamientos de agua que inciden en el bienestar e higiene de las personas.

Es por esta razón se debe analizar y evaluar la propuesta planteada por el sector privado ante el Ministerio de Minas y Energía para la implementación de un nuevo reglamento técnico de instalaciones térmicas, determinando si este abarca las necesidades y demandas del país, en cuanto a las tecnologías implementadas, acondicionamiento según el uso final de la instalación y cobertura para las diferentes condiciones climáticas en Colombia.

Adicionalmente, la pasantía propuesta en este documento busca fortalecer y aplicar los conocimientos adquiridos durante el pregrado de Ingeniería Eléctrica en la institución oficial de máxima autoridad en materia energética en el territorio nacional, interviniendo directamente en el estudio, análisis y seguimiento a la implementación de un reglamento técnico, tal como el propuesto para instalaciones térmicas RITE.

3. OBJETIVOS

3.1.Objetivo General

Analizar, documentar y realizar un seguimiento a la propuesta planteada por el sector privado ante el Ministerio de Minas y Energía para la implementación del reglamento técnico de instalaciones térmicas en edificaciones RITE en Colombia.

3.2.Objetivos Específicos

Revisión del marco legal colombiano, reglamentación y normas nacionales e internacionales concernientes a eficiencia energética y acondicionamiento térmico en edificaciones para justificar el RITE.

Determinar la viabilidad de la propuesta para la implementación del RITE en Colombia; teniendo en cuanta aspectos técnicos, valores y especificaciones técnicas de los diferentes equipos que componen este tipo de instalaciones.

Valorar la organización estructural del borrador propuesto del RITE, teniendo como referencia los diferentes reglamentos técnicos expedidos y su marco normativo.

4. MARCO REFERENCIAL

La norma técnica colombiana dispone de la NTC ISO 50001, esta especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, encontrándose relación directa con la ley 697 de 2001 "*Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones*" [3] y la ley 1715 de 2014 "*Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema eléctrico nacional*" [2], las cuales buscan fomentar la preservación del medio ambiente y el aprovechamiento óptimo que involucren actividades energéticas.

Una de estas actividades, y tal vez de mayor relevancia, es la gestión energética de las instalaciones de calefacción, refrigeración y acondicionamiento de aguas sanitarias; en España se cuenta con el reglamento técnico de instalaciones térmicas en edificaciones RITE, el cual se compone de dos partes importantes: Parte I. Disposiciones generales: especificaciones de los ámbitos de aplicación, norma UNE, exigencias técnicas, condiciones para el servicio, el uso e inspecciones, empresas competentes, régimen sancionador y una comisión asesora. Parte II. Exigencias técnicas, en esta se agrupan cuatro importantes directrices técnicas, el diseño y dimensionamiento, montaje, mantenimiento e inspección de las instalaciones. Este reglamento se debe aplicar en el diseño de nuevos edificios y ajustar las instalaciones térmicas en edificaciones antiguas.

De igual manera se cuenta con antecedentes de reglamentación de acondicionamiento térmica en américa latina como lo son Chile y la Ciudad de Buenos-Aires en donde el cumplimiento de este puede ser de carácter opcional y obligatorio respectivamente, estos al igual que el RITE español plantea las disposiciones generales y técnicas para la implementación de este tipo de instalaciones.

5. REVISION BIBLIOGRAFICA Y ESTADO DEL ARTE.

Para dar cumplimiento al primer objetivo de realizar una revisión del marco legal colombiano, reglamentación y normas nacionales e internacionales concernientes a eficiencia energética y acondicionamiento térmico en edificaciones para la justificación el RITE, se plantea una metodología que permita definir y recolectar información con respecto a la eficiencia y gestión energética en edificaciones e instalaciones térmicas en diferentes países, así como leyes, decretos y resoluciones nacionales que fomenten este tipo de prácticas, proyectos que se han venido adelantando en el país y referenciar las normas ISO, NTC, UE-UNE, estándares ASHRAE, para la determinación de requisitos técnicos, ambientales, de eficiencia y seguridad, con el fin de acoger tanto al sector industrial como residencial en el uso racional y eficiente de la energía.

En primera medida se realizará un listado de definiciones oficiales por parte del estado colombiano con relación al uso racional y eficiente de energía, así como también definiciones de estándares internacionales de acondicionamiento de aire, esto con el fin de tener un mejor entendimiento e interpretación del documento.

En segunda medida se realizará un listado de leyes, decretos y resoluciones, en las cuales se pueda observar la obligación del estado colombiano para la creación de mecanismos (expedición de políticas y reglamentos técnicos) que ayuden a fomentar el uso racional y eficiente de la energía, de igual manera dimensionar la necesidad de implementar medidas que ayuden a mitigar el impacto ambiental y energético de las cargas térmicas.

Posterior a esto se desarrollará una búsqueda de códigos y reglamentos de instalaciones térmicas en edificaciones para diferentes países de América Latina y España, relacionando principalmente los temas de acondicionamiento habitacional de las personas y la gestión eficiente de la energía eléctrica para instalaciones térmicas. Dichas normas o reglamentos son implementados de forma oficial por cada país o de forma voluntaria por medio de asociaciones especializadas.

Seguido de esto, se realizará un listado, así como una breve descripción de las normativas y estándares nacionales e internacionales, con su respectiva clasificación para determinar

factores técnicos y de gestión del uso racional de la energía eléctrica que contribuyan al diseño de la reglamentación (ISO/NTC/UE/ASHRAE).

Por último, se describirá el plan de acción 2017-2022 del programa PROURE que se tienen actualmente en Colombia para fomentar la eficiencia y gestión de la energía eléctrica en lo concerniente a cargas e instalaciones térmicas, describiendo la problemática actual del país para los sectores terciario y residencial, y las medidas que se deben abordar para la mitigación del consumo innecesario de la energía eléctrica para cargas térmicas.

5.1. Definiciones.

De acuerdo a la ley 697 de 2001 que dispone del Artículo 3, donde se establece las siguientes definiciones relacionadas al uso racional y eficiente de la energía.

URE: Es el aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible, buscando en todas y cada una de las actividades, de la cadena el desarrollo sostenible. [3]

Uso eficiente de la energía: Es la utilización de la energía, de tal manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad, vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. [3]

Desarrollo sostenible: Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades. [3]

Aprovechamiento óptimo: Consiste en buscar la mayor relación beneficio-costo en todas las actividades que involucren el uso eficiente de la energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. [3]

Fuente energética: Todo elemento físico del cual podemos obtener energía, con el objeto de aprovecharla. Se dividen en fuentes energéticas convencionales y no convencionales. [3]

Cadena Energética: Es el conjunto de todos los procesos y actividades tendientes al aprovechamiento de la energía que comienza con la fuente energética misma y se extiende hasta su uso final. [3]

De acuerdo a la ley 1715 de 2014 que dispone del Artículo 5, donde se establece las siguientes definiciones relacionadas al uso racional y eficiente de la energía.

Eficiencia Energética: Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, que busca ser maximizada a través de buenas prácticas de reconversión tecnológica o sustitución de combustibles. A través de la eficiencia energética se busca obtener el mayor provecho de la energía, bien sea a partir del uso de una forma primaria de energía o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre el ambiente y los recursos naturales renovables. [2]

Gestión eficiente de la energía: conjunto de acciones orientadas a asegurar el suministro energético a través de la implementación de medidas de eficiencia energética y respuesta de la demanda. [2]

De acuerdo al estándar internacional ASHRAE se consideran las siguientes definiciones para la determinación y definición de confort térmico.

Confort, térmico: esa condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico y es evaluada por valoración subjetiva. [4]

Aislamiento, ropa/conjunto (Icl): la resistencia a transferencia de calor sensible proporcionado por un conjunto de ropa. Expresado en unidades clo. Nota: la definición de aislamiento de ropa se refiere a transferencia de calor de todo el cuerpo y, de esta manera, también incluye las partes sin cubrir del cuerpo, como cabeza y manos. [4]

Ambiente, térmico: la característica del ambiente que afecta a una persona perder calor. Ambiente, térmico aceptable: un ambiente que una mayoría sustancial de los ocupantes encontrará térmicamente aceptable. [4]

Corriente de aire: el enfriamiento local no requerido del cuerpo causado por movimiento del aire. [4]

Velocidad de aire: el porcentaje de movimiento de aire a un punto, sin importar la dirección. [4]

Humedad, relativa (RH): la relación de la presión parcial (o densidad) del vapor de agua en el aire a la presión de saturación (o densidad) de vapor de agua a la misma temperatura y la misma presión total. [4]

Met: una unidad usada para describir la energía generada dentro del cuerpo debido a actividad metabólica, definida como 58.2 W/m2 (18.4 Btu/h·p2), la cual es igual a la energía producida por el área de superficie de unidad de una persona promedio sentada en descanso. El área de superficie de una persona promedio es 1.8 m2 (19 p2). [4]

Relación metabólica (M): la relación de transformación de energía química en calor y trabajo mecánico por actividades metabólicas dentro de un organismo, usualmente expresado en términos de unidad de área de la superficie total del cuerpo. En esta norma, la relación metabólica está expresada en unidades Met. [4]

Zona, ocupada: la región normalmente ocupada por gente dentro de un espacio, generalmente considerada estar entre el piso y 1.8 m (6 p) sobre el piso y más de 1.0 m (3.3 p) desde ventanas/paredes exteriores o calor fijo, ventilación o equipo de aire acondicionado y 0.3 m (1 p) desde las paredes internas. [4]

6. LEYES, DECRETOS Y RESOLUCIONES DEL ESTADO COLOMBIANO PARA FOMENTAR EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA, CALIDAD DE AIRE Y REQUISITOS EN PISCINAS.

La legislación colombiana cuenta con un conjunto de leyes, decretos y resoluciones que fomentan la gestión eficiente de la energía a nivel industrial y residencial, describiendo herramientas, estrategias, proyectos y delegando obligaciones de quien debe planear, crear y reglamentar el URE, esto con el objetivo de definir requisitos para la expedición del reglamento técnico de instalaciones térmicas; estas se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Marco legal colombiano con referencia a la gestión eficiente de la energía.

	Descripción
Ley 697 de 2001.	Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía y se promueve la utilización de energías no convencionales.
Decreto 3683 DE 2003.	Por el cual se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía CIURE.
Decreto 2501 DE 2007.	Por medio del cual se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica.
Ley 1715 de 2014.	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
Resolución 41286 de 2016.	Por el cual se adopta el plan de acción indicativo 2017-2022 para el desarrollo del programa de uso racional y eficiente de la energía, PROURE, que define los objetivos y metas indicativos de la eficiencia energética, acciones y medidas sectoriales y estrategias base para el cumplimento de metas y se adoptan otras disposiciones al respecto.
Resolución 41012 de 17 de septiembre de 2015.	Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Etiquetado - RETIQ, con fines de Uso Racional de Energía aplicable a algunos equipos de uso final de energía eléctrica y gas combustible, para su comercialización y uso en Colombia.

Fuente: elaboración propia.

6.1.Ley 697 de 2001

En la ley 697 de 2001 se define el uso racional y eficiente de la energía URE y se establece el grado de importancia e impacto de este en el país, por medio del Artículo 1, describiendo el URE "*como asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor...*"; dejando como conclusión que se debe crear medidas a nivel nacional como políticas, planes de acción y proyectos, para desarrollar e impulsar este tipo de prácticas en todo el sector eléctrico (generación, transmisión, distribución y consumo), consecuente a esto se describe en el Artículo 2, *"El Estado debe establecer las normas e infraestructura necesarias para el cabal cumplimiento de la presente ley, creando la estructura legal, técnica, económica y financiera necesaria…"*. [3]

De igual forma se define la entidad responsable para dar cumplimiento al Artículo 1 y 2, por medio del Artículo 4, el cual establece que *"el Ministerio de Minas y Energía, será la entidad responsable de promover, organizar, asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de la energía"*. Consecuente a esto en Artículo 5 se crea *"el Programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales "PROURE""* y que el Ministerio de Minas y Energía mediante resolución 41286 de 30 de diciembre de 2016, adopta su plan de acción indicativo 2017-2022, como un mecanismo para la aplicación gradual de subprogramas y acciones, para que los diferentes agentes energéticos cumplan permanentemente con los niveles mínimos de eficiencia energética. [3]

6.2.Decreto 3683 DE 2003 y Decreto 2501 DE 2007.

Por medio del cual se reglamenta la Ley 697 de 2001, estableciendo un marco más amplio y específico sobre la gestión que debe realizar el Ministerio de Minas y Energía para promover y reglamentar el uso racional y eficiente de la energía, estableciendo en su Artículo 4 *"…formulará los lineamientos de las políticas y diseñará los instrumentos para el fomento y la promoción… así como la ejecución de proyectos en Eficiencia Energética en Colombia…"*. De igual forma a partir de esta ley se crea una Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía CIURE por medio del Artículo

5 y posteriores, propios del capítulo II, esta nace con el fin de apoyar al Ministerio de Minas y Energía en la coordinación de políticas sobre URE. [5] [6]

De igual manera en lo dispuesto en el decreto 2501, se promueve la elaboración y expedición del reglamento técnico de etiquetado energético, como una medida para lograr un mejor URE. Estableciendo en el Artículo 1 parte 2, los equipos de uso final en el cual se aplicará la correspondiente medida, y que corresponden a cargas térmicas (refrigeración, acondicionamiento de aire y calentadores de agua de uso doméstico).

6.3.Ley 1715 de 2014.

En donde se crea y estipula lineamientos técnicos necesarios para la implementación de fuentes no convencionales de energía, al igual que el desarrollo y promoción de la gestión eficiente de la energía, este último por medio del Artículo 1 *"Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda"*, esto con el fin de lograr un aprovechamiento óptimo de los recursos y consumo; conforme al Artículo 5, inciso 7 *"...A través de la eficiencia energética se busca obtener el mayor provecho de la energía, bien sea a partir del uso de una forma primaria de energía o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo..."*. A partir de este es necesario establecer el campo de aplicación que debe tener el reglamento de instalaciones térmicas. [2]

También se destina del capítulo 5, titulado *"Del desarrollo y promoción de la gestión eficiente de la energía"*, en donde se establece en su Artículo 26 que *"... el Ministerio de Minas y Energía, conjuntamente con el Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público deberán desarrollar una serie de instrumentos técnicos, jurídicos, económico-financieros, de planificación y de información..."* esto contempla la necesidad de implementar el programa PROURE, junto con sus medidas de ahorro energético en cada sector productivo colombiano, así como la planificación y ejecución de reglamentos técnicos, integrando la participación conjunta de diferentes Ministerios para lograr una redundancia entre normativas y reglamentos de comercio, construcción y medio ambiente. [2]

6.4.Resolución 41286 de 2016.

De acuerdo a la anterior se visualiza la importancia del programa PROURE para establecer y definir medidas para el URE y que por medio de la resolución 41286 se establece el plan de acción PROURE 2017-2022; con el objetivo de *"definir las acciones estratégicas y sectoriales que permitan alcanzar las metas en materia de eficiencia energética; de manera que se contribuya a la seguridad energética y al cumplimiento de compromisos internacionales en temas ambientales; generando impactos pasivos en la competitividad del país y en el incremento de la calidad de vida de los colombiano"* (por medio del Artículo 2); por consiguiente en el plan de acción se define las metas indicativas de eficiencia energética con los mayores beneficios para los usuarios finales según el tipo de sector (transporte, industrial, terciarios y residencial), de igual establecer mecanismos necesarios que permitan impulsar un mercado de bienes y servicios energéticos eficientes en Colombia. [7]

A partir del Artículo 6, se señalan las acciones y medidas que se deben llevar a cabo para el cumplimiento de las metas de eficiencia energéticas en los diferentes sectores económicos en Colombia, teniendo una relevancia el sector industrial, terciarios y residencial, ya que estos tiene como uso final el acondicionamiento climático ya sea para generación de frio, calor o aire acondicionado; a parir de esto se consideran para el sector industrial *"medidas de eficiencia energética en energía eléctrica (fuerza motriz, aire acondicionado, refrigeración, iluminación, instalaciones eléctricas, calor directo e indirecto)"* y *"medidas de eficiencia energética en gas natural para calor directo e indirecto"*, para el sector terciario *"mejora en el diseño, la construcción y la adecuación arquitectónica de edificaciones (incluyendo mejoramiento en la transferencia de calor por techos, ventanas y muros)"*, *"evaluación e implementación de distritos térmicos"* y la *"adopción de reglamento de instalaciones térmicas"* y para el sector residencial establecer *"medidas de eficiencia energética en energía eléctrica (refrigeración, iluminación y aire acondicionado)"*; estas medidas se deben tomar en cuenta para la formulación del reglamento técnico de instalaciones térmica para que cumplan no solamente con los requisitos técnicos, de seguridad e higiene, si no que se logre la mayor eficiencia energética. [7]

6.5.Resolución 41012 de 17 de septiembre de 2015.

En esta se expide el reglamento técnico de etiquetado RETIQ, como un resultado a las leyes y decretos anteriormente descritos, que servirá para mejorar URE, para equipos de uso final mediante el uso obligatorio de etiquetas en donde se visualizan características técnicas y un coeficiente de eficiencia energética. Esto para el sector comercial ofrezca productos más eficientes y que de igual manera los usuarios mejoren su consumo.

Dicho reglamento tendrá principalmente una vigencia de cinco años a partir de su expedición, y toda modificación estará a cargo del Ministerio de Minas y Energía, contemplando mecanismos de participación ciudadana para que paulatinamente sea más integral y completo.

6.6.Regulación colombiana para la calidad del aire.

Para definir con mayor detalle los requisitos que se deben tener en cuenta para la implementación del reglamento técnico de instalaciones térmicas, se describen decretos y resoluciones para los temas concernientes a la calidad del aire, ventilación y climatización; estas se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Marco legal colombiano para: calidad del aire, ventilación y climatización.

	Descripción
Resolución 4445 de 1996.	Referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares.
Resolución 601 de 2006.	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Decreto 979 de 2006.	De las clases de normas de calidad del aire o de los distintos niveles periódicos de inmisión.

Fuente: elaboración propia.

Como una aplicación de las instalaciones térmicas es el acondicionamiento de aire, se tienen criterios de concentración de contaminación, calidad del aire, exigencias de confort e higiene, por ello a partir de la reglamentación anteriormente ilustradas se establecen los niveles máximos permisibles a condiciones de referencia para contaminantes criterio, contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos y sustancias generadoras de olores ofensivos; al igual del tiempo de exposición que se tienen de estos.

6.7.Regulación colombiana en piscinas.

Se debe contemplar para el RITE, algunos lineamientos de seguridad y criterios técnicos expedidos por las entidades competentes en lo concernientes a piscinas de uso público y privado, estas se muestran por medio de la tabla 3.

Tabla 3. Marco legal colombiano para: características técnicas y de seguridad para piscinas.

	Descripción
Ley 1209 de 2008.	Por medio de la cual se establecen normas de seguridad en piscinas. La presente ley tiene por objeto establecer las normas tendientes a brindar seguridad y adecuar las instalaciones de piscinas con el fin de evitar accidentes, problemas de salud y proteger la vida de los usuarios de estas, sin perjuicio de lo que dispongan otras normas que, con carácter concurrente, puedan serles de aplicación.
Decreto 554 de 2015.	Determinar las medidas de seguridad aplicables a los establecimientos de piscinas de uso colectivo abiertas al público.
Resolución 1394 de 2015.	Por la cual se adopta el formato y el instructivo para realizar la declaración de conformidad de primera parte del proveedor de los dispositivos de seguridad utilizados en los estanques de piscinas.
Resolución 1618 de 2010.	Establecer las características físicas, químicas y microbiológicas con los valores aceptables que debe cumplir el agua contenida en estanques de piscinas.
Resolución 1510 de 2011.	Por la cual se definen los criterios técnicos y de seguridad para piscinas y se dictan otras disposiciones.
Resolución 4113 de 2012.	Por la cual se establece el reglamento técnico aplicable a los dispositivos de seguridad y su instalación en las piscinas.
Resolución 4198 de 2012.	Adoptar formularios para la práctica de visitas de inspección de los aspectos técnicos relacionados con la seguridad y buenas prácticas sanitarias de las piscinas.

Fuente: elaboración propia.

Dentro de lo establecido y encontrado por la normatividad en piscina nombrada anteriormente, se puede destacar algunas consideraciones de seguridad e higiene que se deberán referenciar o tomar en cuenta en la construcción de los requerimientos de aguas sanitaria dentro del Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas, estas se describen en la Ley 1209 de 2008, en donde en su capítulo 5 en el subíndice b, se deben contemplar como medida permanente "*el agua limpia y sana, cumpliendo los requisitos higiénico-sanitarios establecidos por la respectiva autoridad sanitaria. El tratamiento de desinfección química debe cumplir las condiciones que*

establezca el reglamento para proteger la salud de los usuarios"; de igual medida de la Resolución 1510 de 2011, en donde en su capítulo 3, se describen criterios de seguridad microbiológica, así como un plan de mantenimiento y uso de las piscinas, como "*Programa de gestión de residuos sólidos y líquidos*" y "*Programa de limpieza y desinfección*"; así como también lo expuesto en el Artículo 18 de productos químicos, en donde se establecen "*criterios mínimos de seguridad para los productos químicos utilizados en las piscinas*". [8] [9]

Se deben considerar referir o tener en cuenta en el reglamento normatividad de tratamiento de agua para que sea más claro o que este sea un punto de inicio al momento de realizar el diseño, uso y mantenimiento de las piscinas, ya que se debe tener en cuenta la seguridad e higiene de las personas que utilizan este tipo de espacios.

6.8.Conclusión capítulo sexto.

Las leyes, decretos y resoluciones anteriormente descritos, muestran el grado de importancia de crear y fomentar el URE como un asunto de interés social y de conveniencia nacional (ley 697), estableciendo su importancia y definir al Ministerio de minas y Energía como la entidad encargada de crear políticas y la difusión de estas (Decreto 3683), así como la creación de la comisión CIURE la cual tiene la función de facilitar la labor del Ministerio de Minas y Energía en lo concerniente al URE y a la fomentación de las fuentes no convencionales de energía; la creación del programa PROURE (ley 697) en la cual se establecen las medidas y acciones estratégicas enfocadas en cada sector productivo de la sociedad colombiana por medio de su plan de acción, definiendo los puntos críticos y las mejoras que se deben llevar a cabo para cumplir las metas puntuales propuestas de eficiencia energética, y que en lo concerniente a este documento se enfoca en el consumo de uso final de cargas térmicas (Resolución 41286).

Por consiguiente, se observa los requisitos y obligaciones que tiene el estado colombiano para el diseño y creación del reglamento técnico de instalaciones térmicas en edificación RITE, para cumplir el marco legal colombiano y el plan de acción del PROURE descrito en el capítulo 9 del presente documento.

7. CÓDIGOS EN EDIFICACIONES Y REGLAMENTOS TÉCNICOS EN INSTALACIONES TÉRMICAS.

En la actualidad existen marcos regulatorios que obligan y fomentan el URE en las edificaciones para lograr un ahorro energético, estableciendo requisitos, exigencias de funcionalidad y criterio básicos de calidad, en donde se abarca las nuevas edificaciones y la adecuación de las existentes teniendo en cuenta factores ambientales, económicos, energéticos y técnicos. También se incluyen criterios en cuanto a seguridad estructural, en caso de incendio y de utilización, higiene, salud, aislamiento térmico, protección del medio ambiente y contra ruido. [10]

De igual manera en algunos códigos se anexan reglamentos más específicos en función de la aplicación de la infraestructura, los cuales tienen la función de complementarlos, esto para lograr que las edificaciones sean más sostenibles, eficientes y modernas. Un ejemplo de esto son los concernientes a las instalaciones térmicas y eficiencia energética; como es el caso español, el cual cuenta con el código técnico de edificación que a su vez remite al reglamento técnico de instalaciones térmicas RITE, para los temas concernientes al acondicionamiento térmico de los espacios.

También se tiene como referencia el código de edificación exclusivo para la ciudad de Buenos Aires - Argentina, el reglamento de instalaciones térmicas de Chile, la norma oficial mexicana de eficiencia energética para edificios no residenciales y la norma NSR-10 de Colombia, junto con el decreto 1285 del 12 de junio de 2015 de edificación sostenible; estos definen códigos y criterios en lo concerniente a las edificaciones y su desempeño energético, esto se visualiza en la tabla 4.

Tabla 4. Referentes en reglamentos técnicos en España y Latinoamérica.

País	Reglamento
España	❖ Código técnico de edificación. Documento básico – Ahorro energético HE. ❖ Reglamento técnico de instalaciones térmicas RITE. Se presentan 20 guías técnicas de ahorro y eficiencia energética en climatización (IDAE).
Colombia	❖ Norma sismo resistencia NSR-10. capítulos A, J, G Y K. visualización de requisitos.

	❖ Guía de construcción sostenible para ahorro de agua y energía en edificación.
Argentina	❖ Código de edificación de la ciudad autónoma de Buenos Aires. ❖ Anexo I - Documento Complementario del Código de la Edificación
Chile	❖ Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile, RITCH. (voluntaria). ❖ NCh853-Acondicionamiento térmico - Envolvente térmica de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas. ❖ NCh3241 Buenas Prácticas en Sistemas de Refrigeración y Climatización.
México	❖ Norma oficial mexicana NOM-008-ENER-2001. ❖ NOM-009-ENER-2014, Eficiencia energética en sistemas de aislamientos térmicos industriales.

Fuente: elaboración propia.

7.1.Caso Español.

Cabe destacar que en el código técnico de edificación español cuenta con el documento básico de ahorro energético HE, con el fin de modificar los límites y características de consumo, que se comprenden en sus dos primeros capítulos describiendo consumo y demanda energética, destacando la aplicación en acondicionamiento y bienestar térmico, la cual se caracteriza según la zona climática de su ubicación y el tipo de aplicación que se tenga planeado; este también contempla la característica de envolvente térmico, limitaciones de transferencia de calor y riesgos.

De igual manera se cuenta con el reglamento de instalaciones térmicas en edificaciones el cual determina medidas y reglas para fomentar y establecer criterios, con el fin de cumplir valores de eficiencia energética y seguridad, para edificaciones que tengan una funcionalidad correspondiente al bienestar térmico e higiene de las personas; está comprendido por dos partes, la primera describe las Disposiciones generales: especificaciones de los ámbitos de aplicación, norma UNE, exigencias técnicas, condiciones para el servicio, el uso e inspecciones, empresas competentes, régimen sancionador y una comisión asesora; y la segunda parte corresponde a las instrucciones técnicas, en esta se agrupan cuatro importantes directrices técnicas, el diseño y

dimensionamiento, montaje, mantenimiento y uso e inspección de las instalaciones. Describiendo valores de exigencias mediante el establecimiento de niveles o límites, así como procedimientos expresados en forma de métodos de verificación o solución.

El instituto para la diversificación y ahorro de la energía IDEA, dispone de 18 guías de ahorro y eficiencia energética en climatización que abarcan una serie de procedimientos que parten desde el diseño y simulación de instalaciones térmicas, dimensionamiento del aislamiento de los conductores y equipos, mantenimiento, determinación de rendimiento energético, consumo e instalaciones de climatización por agua. Estas se muestran a continuación:

- Mantenimiento de instalaciones térmicas.
- Procedimientos para la determinación del rendimiento energético de plantas enfriadoras de agua y equipos autónomos de tratamiento de aire.
- Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos.
- Torres de refrigeración.
- Procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas.
- Contabilización de consumos.
- Agua Caliente Sanitaria Central.
- Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización.
- Selección de equipos de transporte de fluidos. Bombas y ventiladores.
- Diseño de centrales de calor eficientes.
- Condiciones climáticas exteriores de proyecto.
- Procedimientos y aspectos de la simulación de instalaciones térmicas en edificios.
- Diseño de sistemas de intercambio geotérmico de circuito cerrado.
- Instalaciones de climatización con equipos autónomos.
- Instalaciones de climatización por agua.
- Frecuencias horarias de repetición en temperatura. Intervalo 24 h.
- Ahorro de energía mediante enfriamiento gratuito y recuperadores de calor con humectador adiabático en la extracción.
- Puesta en marcha de instalaciones según RITE.

7.2.Caso Colombiano.

Se cuenta con una norma de sismo resistencia en adelante NSR-10, la cual comprende once capítulos correspondientes a requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente (A), cargas (B), concreto estructural (C), mampostería estructural (D), casas de uno y dos pisos (E), estructuras metálicas (F), estructuras de madera y de guadua (G), estudios geotérmicos (H), supervisión técnica (I), requisitos de protección contra incendios en edificaciones (J) y requisitos complementarios (K); los cuales tienen el objetivo de establecer criterios y requisitos básicos para el desarrollo de la actividad de construcción y diseño en edificaciones que pueden estar expuestas a eventos sísmicos que afecten la integralidad de la estructura, así como el bienestar de las personas; de igual manera se establecen los requisitos de vigilancia y supervisión de esta actividad.

En lo concerniente a las consideraciones, especificaciones y requisitos que se deben tener en las instalaciones térmicas para acondicionamiento de aire se deben destacar los capítulos A, J, G Y K; en donde se destacan algunos puntos de seguridad, grados de desempeño y criterios de diseño de estos elementos en las edificaciones. Considerando las instalaciones térmicas (sistemas de aire acondicionado, calefacción y ventilación) como cargas muertas que no hacen parte de la estructura, pero que se deben contemplar para el acondicionamiento, diseño y seguridad de los espacios.

La norma NSR-10 por medio de sus once capitulo da algunas restricciones que se deben tener en cuenta en aspectos de seguridad y especificaciones técnicas de los elementos no estructurales relacionados a las instalaciones térmicas, estas se mencionan en el capítulo 10.2., del presente documento, de igual manera la norma colombiana NSR-10 con respecto a la española, no comprende el tema relacionado al ahorro y eficiencia energética en el diseño y elaboración de edificaciones, por ende se dispone de la guía de construcción sostenible para ahorro de agua y energía en Colombia.

7.2.1. Guía de construcción sostenible para ahorro de agua y energía.

Para abarcar el tema relacionado a edificación sostenible se dispone del decreto 1285 del 12 de junio de 2015 *"Por el cual se modifica el Decreto 1077 de 2015, Decreto Único*

Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones" y la resolución 549 del 10 de julio de 2015, las cuales tiene el objetivo de establecer lineamientos, porcentajes mínimos y medidas de energía en viviendas, centros comerciales, oficinas. Hoteles, centros educativos y hospitales, estableciendo que dispone en su Artículo 3, en donde se dispone de un documento guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía.

En la guía de construcción sostenible para ahorro de agua y energía en edificación, se remarca la importancia de la clasificación climática del territorio colombiano, ya que este es un indicativo de consumo de energía eléctrica, estas están comprendidas según la temperatura y humedad relativa; a partir de esto se clasifican en cuatro zonas clima frio, templado, cálido seco y cálido húmedo.

Tabla 5. Clasificación climática en Colombia.

Tipo de clima	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)
Frío	12 – 18	2000 m – 2999m
Templado	18 – 24	1000 m – 1999m
Cálido seco	>24; HR < 75%	< 1000 m
Cálido húmedo	> 24; HR < 75%	

Tomado de la clasificación climática en Colombia, datos recopilados por medio del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) [11]

Se describe los promedios anuales de consumo de energía eléctrica en el país (caracterización de la demanda), según sistemas constructivos comunes, tipo y tamaño de edificación, perfiles de uso según la zona climática en la que se encuentre, cabe destacar que dentro de este promedio se comprende los sistemas de acondicionamiento de aire para enfriamiento ya que la mayoría del territorio nacional está en una zona climática cálido húmeda (temperaturas superiores a $24°C$), haciendo que el confort térmico tenga una demanda considerable, este debe estar comprendido según la guía entre temperaturas de $21°C$ y $25°C$, con una humedad relativa entre el 20% y 75%. [11]

En conclusión, se debe en primera medida caracterizar la clasificación climática en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa, posterior a este la demanda de energía eléctrica, para que posteriormente se puedan establecer medidas para generar un ahorro energético en lo concerniente a aires acondicionado (implementación de técnicas de ventilación

natural), las medidas que plantea la guía pueden ser pasivas y activas. Las primeras, se establecen a partir de las características físicas de la edificación, es decir que no requieren de ningún elemento adicional para generar un efecto en la eficiencia energética, como los son ventanas, muros y sombra, así como también el tipo y características de reflectividad, coeficiente de ganancia y la capacidad de transferencia de calor de material que se implemente en la estructura como vidrio y su superficie (techo y pared); en cuanto a las medidas activas, están relacionadas directamente a los equipos implementados para un uso específico y su coeficiente de desempeño energético (según lo establecido en las normas ASHRAE), como lo son equipos de sistemas de acondicionamiento de aire (calefacción y ventilación). [11]

Cabe destacar que la norma ASHRAE 90.1, establece los requisitos mínimos de energía eficiente para el diseño de edificios, definiendo los sistemas de acondicionamiento de aire según tipo de equipo, tamaño, de sección de calefacción, condiciones de clasificación y mínimo de eficiencia.

8. NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES.

Existen diversas normas internacionales de estándares de calidad, gestión y criterios mínimos de eficiencia energética, como lo es la norma ISO 50001 de sistemas de gestión de energía y que fue acogida en Colombia por la NTC en 2011, esto dando lugar a diversos aportes a proyectos que fomentan este tipo de prácticas como el PROURE y el RECIEE, además de certificar a organizaciones en su labor por tener un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos; esta norma tiene la función de lograr mejores rendimientos en diferentes procesos para logrando reducciones perjudiciales para el medio ambiente.

La ISO 50001 plantea una metodología la cual se basa en cuatro pasos importantes que deben ser retroalimentados, estos son planear, hacer, comprobar y actuar, para el mejoramiento continuo de los diferentes procesos que comprende la norma, esto llevado a cabo por medio del establecimiento, desarrollar e implementar políticas energéticas, objetivos, metas y planes de acción a corto y largo plazo. Esto se ilustra por medio de la ilustración 1. [12]

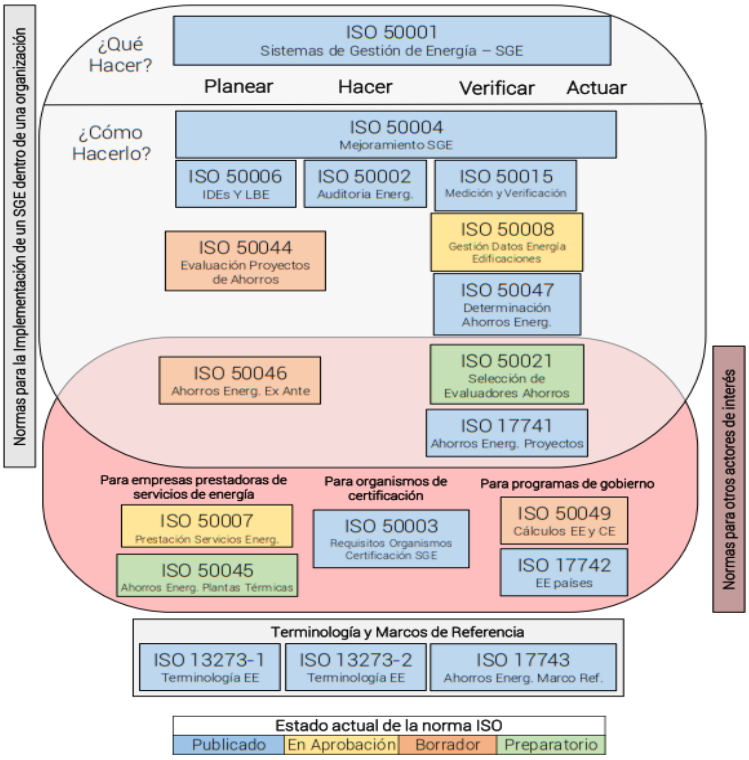


Ilustración 1. Agrupación y estado de normas ISO 50001.

Fuente: boletín Numero 10 RECIEE. [12]

Se consideran de igual forma las siguientes normas:

Tabla 6. Normas nacionales e internacionales en acondicionamiento climático y agua sanitaria para las instalaciones térmicas.

Norma	Numero	Año	Titulo
ASHRAE	62.1	2016	Ventilación para una Aceptable Calidad del Aire Interior
ANSI/ASHRAE	90.1	2016	Requisitos mínimos de energía eficiente para el diseño de edificios
ANSI/ASHRAE	55	2013	Condiciones de Confort
ASHRAE	52	2007	Requisitos de Filtración – Escala MERV
ASHRAE	202P	2012	Commissioning Process for Buildings and Systems
ANSI/ASHRAE	189.1	2014	Diseño de Edificios de Alto Rendimiento
AEDG-ASHRAE			Guías de Diseño Avanzado de Energía
AHRI			Certificación de Equipos
SMACNA			Ventilación
ANSI/IEC	60529	2004	Envolturas de protección para motores y equipos eléctricos y electrónicos
IEC	60034-2-1	2014	Medición de eficiencia de motores eléctricos
IEC	60529		Grados de protección para envolturas de motores eléctricos
EUI/ASHRAE			Energy Utilization Index
UNE-EN			Norma española
SMACNA			Sheet metal & Air Conditioning Contractors' National Association

Tomado de borrador RITE Colombia propuesto por Acaire.

9. PROGRAMAS DE EFICIENCIA ENERGETICA EN COLOMBIA PARA AIRE ACONDICIONADO Y CARGAS TERMICAS.

Como resultado de la ley 697 de 2001, se tiene el Programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales PROURE, el cual tiene como objetivo establecer los usos finales que se le da a la energía eléctrica en los diferentes sectores productivos del país (transporte, industrial, comercial y residencial) y a partir de estos definir proyecciones y metas de ahorro, para lograr un consumo más eficiente de la energía eléctrica.(promedio del plan de acción PROURE 2017-2022). Este plan de acción ayudara a que el Ministerio de Minas y Energía pueda intervenir y crear políticas que ayuden a mitigar el mal uso de la energía eléctrica a cargo de diferentes tecnologías de acondicionamiento de aire o instalaciones térmicas de tipo residencial y comercial.

Uno de los principales usos finales que se le dan a la energía eléctrica en el país es en lo concerniente a cargas térmicas, observando que el sector terciario como uno de los actores con mayor contribución al PIB anualmente, destina el 22.8% en aire acondicionado, 13.9% en refrigeración y 16.7% en calor directo e indirecto; de igual manera se tiene el sector residencial urbano que es el primer consumidor de energía eléctrica en el país, destina un 39% en refrigeración, 2% en planchado, 6% en duchas, 6% en ventilación y 7% en aire acondicionado, dejando como conclusión que más de la mitad del consumo de energía eléctrica para estos dos sectores se destina para cargas térmicas. [13]

En lo concerniente al sector terciario se tienen diferentes subsectores que se dividen según su razón social y las actividades que realice, en este se destacan los tipos de tecnologías relacionadas a cargas térmicas más implementadas, estas se ilustran en la tabla 7.

Tabla 7. Tipo de tecnologías implementadas en aire acondicionado y refrigeración.

Aire acondicionado	Refrigeración	
Ventana	Botellero	
Split	Nevera	HVAC. De un solo cuerpo
Mini Split	Congelador	HVAC. Divididos sin conducto
Compresor de tornillo	Vitrina	Refrigeradores comerciales e industriales
Chiller por aire	Rack de refrigeración	
Chiller por agua	Dispensadora	

Fuente: elaboración propia.

De este tipo de tecnologías se destacan para sistemas de aire acondicionado, los Chiller refrigerados por aire y agua, y los Split y mini Split; de igual forma para sistemas de refrigeración se tienen las nevaras y botellones. [13]

Para el sector residencial se tiene varias consideraciones en lo concerniente a cargas térmicas y lo que representan para lograr un uso más eficiente de la energía, ya que este sector cuenta con una participación de equipos destinados a la refrigeración del 82%, esto consecuencia a las condiciones climáticas en el país, pero estos equipos poseen una predominante ineficiencia energética llegando a consumos alrededor de 200 kW/h más de lo necesario. [13]

Debido a que en estos dos sectores presentan cargas térmicas que representa un consumo considerable, es necesario crear medidas y metas de eficiencia energética relacionada a este; como la implementación de sistemas de aire acondicionado y refrigeración más eficientes energéticamente y libres de sustancias perjudiciales para el medio ambiente, con ayuda del diseño e implementación de un reglamento técnico de este tipo de instalaciones.

Tabla 8. Medidas de ahorro energético para cargas térmicas para sector terciario y residencial (propuestas por el plan de acción PAI-PROURE.)

Sector terciario	Sector residencial
❖ Implementación de sistemas de aire acondicionado eficientes energéticamente y libres de sustancias agotadoras de ozono. ❖ Adopción de un reglamento de instalaciones térmicas en edificaciones. ❖ Reducción del 5% de consumo de gas natural por aprovechamiento de calor residual en sistemas tipo Chiller.	❖ Mejoramiento del diseño, construcción, equipamiento y operación de edificaciones. ❖ Impulsar el diseño y construcción de edificaciones. ❖ Ventilación natural. ❖ Reemplazo de equipos más eficientes a cargas térmicas domiciliarias.

Fuente: elaboración propia.

10. REVISION DE LA PROPUESTA PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL REGLAMENTO RITE.

Dentro de los capítulos anteriores se describe la necesidad de implementar un reglamento técnico que ayude a regular y crear lineamientos sobre las instalaciones térmicas en los sectores residenciales y terciarios, ya que intervienen en el URE, la salud e higiene y seguridad de las personas que usan algún tipo de carga térmica y habitan espacios con algún acondicionamiento térmico. Así como también de visualizar la obligación que tiene el estado colombiano para crear e implementar estrategias para cubrirlo.

Dicho esto, a partir de la propuesta presentada al Ministerio de Minas y Energía por parte del sector privado, se plantea una serie de consideraciones y requisitos técnicos para que sean incluidas en la propuesta del RITE, con el fin dimensionar y diseñar instalaciones térmicas bajo ciertas características de confort y eficiencia energética. Estas consideraciones corresponden a los tipos de edificaciones que cubre el reglamento, estrategia que aporten al URE contemplando los tipos de tecnologías más utilizados en calefacción, refrigeración y ventilación para acondicionamiento térmico y agua caliente sanitaria en los sectores residenciales y terciarios, y la determinación de Confort térmico en función factores ambientales y culturales de cada población.

10.1. Tipos de edificaciones que contempla el RITE de acuerdo a la NSR-10.

De acuerdo a la norma NSR-10 donde se definen los diferentes tipos de edificaciones y los espacios de acuerdo con las actividades que desarrollen las personas dentro de estos (servicio, almacenamiento, oficinas, entre otros), se definirán por medio de la tabla 9 las edificaciones que contemplara el reglamento técnico de instalaciones térmicas RITE, cabe destacar que el reglamento tiene como principal enfoque los sectores residenciales y terciarios.

Tabla 9. Grupos y subgrupos de ocupación de las edificaciones según NSR-10.

Grupo y subgrupo de ocupación	**Clasificación**	**Grupo o subgrupo que acoge el RITE**
A	**Almacenamiento**	No contempla
A-1	Riesgo moderado	
A-2	Riesgo bajo	

C	**Comercial**	Contempla
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
E	**Especiales**	Contempla
F	**Fabril e industrial**	No contempla
F-1	Riesgo moderado	
F-2	Riesgo bajo	
I	**Institucional**	
I-1	Reclusión	No contempla
I-2	Salud o incapacidad	No contempla
I-3	Educación	Contempla
I-4	Seguridad pública	Contempla
I-5	Servicio público	Contempla
L	**Lugares de reunión**	
L-1	Deportivos	Contempla
L-2	Culturales y teatros	Contempla
L-3	Sociales y recreativos	Contempla
L-4	Religiosos	Contempla
L-5	De transporte	No contempla
M	**Mixto y otros**	Contempla (según subgrupos que la conforman)
P	**Alta peligrosidad**	No contempla
R	**Residencial**	Contempla
R-1	Unifamiliar y bifamiliar	
R-2	Multifamiliar	
R-3	Hoteles	
T	**Temporal**	Contempla (según subgrupo que la conforman)

Tomado de tabla K.2.1-1 de la norma NSR-10. [14]

Teniendo en cuenta lo descrito en la tabla anterior se cuenta con los grupos y subgrupos de los diferentes tipos de edificaciones, en los literales del K2.2 hasta el K.2.11 de la norma NSR-10 en donde se discriminan cada una de las actividades que corresponden a cada subgrupo de ocupación.

Una vez definido los tipos de edificaciones que son objetivo el reglamento se debe contemplar la carga de ocupación de cada uno de ellas, esta corresponde a el número de personas admisibles en cualquier espacio de la edificación en un periodo de tiempo cualquiera; dicho

factor se debe referenciar en el reglamento debido a que se debe considerar al momento de calcular, dimensionar y establecer el confort térmico así como el índice de conformidad que presentan las personas según un espacio específico. Esto se ilustra por medio de la tabla 10.

Tabla 10. Factor de ocupación de los grupos y subgrupos de ocupación de las edificaciones según NSR-10.

Grupo y subgrupo de ocupación	**Clasificación**	**Área neta de piso en m^2 por ocupante**
C	**Comercial**	
C-1	Servicios	10
C-2	Bienes y productos	3
	Piso a nivel de la calle e inferiores	
	Otros pisos	6
E	**Especiales**	Según ocupación
I	**Institucional**	
I-3	Educación (salones de clase)	2
I-4	Seguridad publica	2.8
I-5	Servicio publico	0.3
L	**Lugares de reunión**	
L-1	Deportivos (sin asientos fijos)	0.7
L-2	Culturales y teatros (sin asientos fijos)	1.3
L-3	Sociales y recreativos	0.7
L-4	Religiosos	0.7
M	**Misto y otros**	Mayor área exigida para las ocupaciones que conforman la ocupación mixta de la edificación.
R	**Residencial**	18
T	**Temporal**	Según ocupación

Tomado de tabla K.3.3-1 de la norma NSR-10 [14]

10.1.1. Aporte primero.

De acuerdo a lo establecido en el borrador del RITE se debe establecer un artículo donde se referencie o se transcriban los datos del tipo de ocupación de la edificación, así como también el número de personas permitidas para estas, con el fin de especificar con mayor precisión el

ámbito de aplicación y cobertura del reglamento. De igual manera se deben tener en cuenta lo expuesto en la tabla 9 y 10 para poder determinar el confort térmico y calidad de aire para los ocupantes.

Para los grupos y subgrupos de edificaciones especificados en la tabla 9, se observa si son o no objetivo del RITE, estos son: almacenamiento, salud o incapacidad, fabril e industrial, reclusión y alta peligrosidad, estos no son objetivo de este debido a que según las actividades y necesidades que requieren para su funcionamiento características de climatización específicas y de calidades de aire y temperatura (calor o frio).

A partir de lo anterior se propone la implementación de un listado de los grupos de edificaciones que son objetivo del RITE, o excepciones al hablar de alguno de estos grupos o subgrupos como es el caso de los centros de salud que requieren una calidad de aire, ventilación y temperaturas específicas.

10.2. Requisitos de seguridad para acondicionamiento de aire, norma NSR.

De igual forma se deben adoptar algunas consideraciones que presenta la norma NSR-10 concerniente a seguridad, grado de desempeño y criterios de diseño para los elementos que no pertenecen a la estructura, como lo son los equipos de acondicionamiento de aire y tuberías.

En el titulo A *"requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente"* se establece por medio del inciso A.9.6 - Instalaciones hidráulicas, sanitarias, mecánicas y eléctricas; los tipos de anclaje o amarres que deben tener en cuenta para los sistemas de aire acondicionado, calefacción, ventilación y los ductos pertenecientes a estos, describiendo tres grados de diseño superior para anclajes dúctiles, bueno para anclajes no dúctiles y bajo. [14]

Tabla 11. Tipo de anclaje o amarre requerido, usado para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía. [14]

Elemento no estructural	**Tipo de anclaje o amarre para el coeficiente de capacidad de disipación de energía.**		
	Grado de desempeño		
	Superior	**Bueno**	**Bajo**
Equipos en general ❖ Calderas, hornos, incineradores de agua y otros equipos que utilicen combustible, y sus	Dúctiles	No dúctiles	No requerido

chimeneas y escapes. ❖ Tanques, condensadores, intercambiadores de calor.			
Sistemas de aire acondicionado, calefacción y ventilación, y sus ductos.	Dúctiles	No dúctiles	No requiere diseño y verificación sísmica

Fuente: norma de sismo resistencia NSR-10.

Se establece que no es necesario los soportes sísmicos para tuberías cuando *"(1) tuberías colgadas de soportes individuales que tienen 300mm o menos de longitud. (2) en espacios para equipos mecánicos y calderas, donde la tubería tiene menos de 30mm de diámetro interior. (3) Cualquier tubería menor de 64mm de diámetro inferior, localizado en otros espacios."* [14]

Además, se tiene la excepción de disponer de soportes sísmicos para *"los ductos de calefacción, ventilación y aire acondicionado en las siguientes condiciones: (1) Ductos colgados de soportes individuales que tienen 300 mm o menos de longitud. (2) Ductos que tienen una sección con un área menor de 0.6 m^2 "* [14]

En el titulo J *"requisitos de protección contra incendios en edificaciones"*, se muestran los requisitos que se deben tener en cuenta para sistemas y equipos de detención y alarma de incendios en su inciso J.4.2, y que este comprende el J.4.2.1 – aire acondicionado, estableciendo el requisito de que toda edificación que cuente con un sistema central de aire acondicionado *"debe disponer de detectores de humo en los ductos principales, que actúen desconectando automáticamente el sistema. Adicionalmente se dispondrá de un tablero de desconexión del sistema central de aire acondicionado ubicado adyacente al tablero general eléctrico"* [14]

En el titulo G *"estructuras de madera y estructuras de guadua"* en su inciso G.11.4.7 en (a) y G.12.12.4.6 en (a); se considera medidas de protección contra fuego, en donde se especifica que no se deben tener o utilizar "*elementos de calefacción que aumenten peligrosamente la temperatura de los ambientes*", para edificaciones en madera y guadua. [14]

Para las edificaciones que implementan sistemas de aire acondicionado, en el titulo K *"requisitos complementarios"* se considera el inciso K.3.2.6, que los ductos de descarga, escape, respiradores propios de estos sistemas descarguen hacia las escaleras, huecos de los ascensores y corredores que sirven de acceso a las salidas como descargas de retorno de espacios de aire acondicionado; por consiguiente, se deben realzar por medio de rejillas u otro dispositivo en puertas o particiones que encierren dicho espacio. [14]

10.3. Aspectos tecnológicos y sustancias refrigerantes a considerar.

Para poder dimensionar requisitos y delimitar factores técnicos en lo concerniente a elementos o tipo de tecnologías más implementados en instalaciones térmicas, se remitirá al estudio desarrollado por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en el cual se establece un inventario de equipos de refrigeración y aire acondicionado, así como las sustancias refrigerantes asociadas por este tipo de tecnologías.

Dependiendo de las características técnicas y uso que se le da a este tipo de tecnologías, se establecen seis categorías las cuales corresponden a aire acondicionado fijo, refrigeración doméstica, refrigeración industrial, Chillers, sistemas y otros equipos de producción de frio.

- Aire acondicionado fijo

Para este tipo de tecnología cuanta con equipos de un solo cuerpo, equipos dispositivos de cuerpo dividido y equipos con ducto, los cuales basan su funcionamiento según su estructura y funcionamiento físico entre sus componente; es decir para el primero se tiene que las unidades de aire acondicionado donde el sistema de condensación y evaporación se encuentran en un único equipo y no requieren ningún sistema de distribución de refrigerante o de aire frio, mientras que el segundo son aquellos que su sistema de condensación y evaporación están en unidades diferentes; de igual manera para la última se cuenta con un sistema de un solo cuerpo pero la distribución del aire frio se hace a través de ductos de distribución de aire (denominada unidad paquete), para sistemas centralizados. [15]

Para los sistemas de cuerpo dividido, se tiene una división correspondiente a la unidad condensadora dentro de su sistema, la cual consiste en la diferencia de unidades conectadas a la

unidad evaporadora hacia la unidad condensadora, estas responden al nombre de minisplit y multisplit (dependiente de la unidad condensadora). [15]

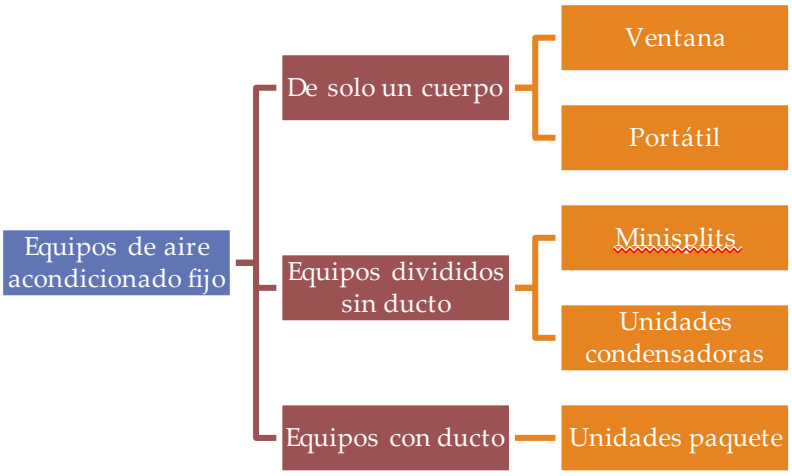


Ilustración 2. Clasificación de los equipos de aire acondicionado.
Fuente: inventario de equipos de refrigeración y aire acondicionado, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible [15]

En la ilustración 2, se ilustra el ordenamiento de los equipos de aire acondicionado según su tecnología, así como también el consumo nominal total de estos equipos para 2015 en MW, donde se observa el predominante uso de equipos minisplit, multisplit o unidades condensadoras.

A partir de lo anterior se ilustra en la tabla 12, las especificaciones técnicas, así como su respectivo refringente más implementados, cabe destacar en esta tabla contempla los equipos y potencias más utilizados en el mercado.

Tabla 12. Especificaciones técnicas promedio para equipos de aire acondicionado.

Especificaciones técnicas de los equipos por tipo de refrigerante						
Tipo de equipo	**Refrigerante**	**Capacidad de enfriamiento promedio BTU/H**	**Consumo energético promedio W**	**EER BTU/hW**	**Índice de carga refrigerante kg/kW**	**Carga de refrigerante kg**
AC- auto contenido	R-22	9,297	992	9,37	0.1846	0.503
	R-410A	9,994	1,100	9,08	0.1902	0.557
Minisplit	R-22	14,748	1,1636	9,01	0.2343	1.013
	R-410A	15,279	1,389	11,00	0.2004	0.897
Unidad condensador	R-22	43,987	4,718	9,32	0.1330	1.714
	R-410A	74,261	6,098	12,18	0.2550	5.551

a						
Unidad paquete	R-22	77,178	8,605	8,97	0.1884	4.261
	R-410A	85,176	6,914	12,32	0.1783	4.452

Fuente: inventario nacional de equipos de refrigeración y aire acondicionado que se importan, producen e instalan en el país, y de las sustancias refrigerantes contenidas en estos, tales como HCFC, HFC y sustancias alternativas (amoniaco, dióxido de carbono, hidrocarburos, entre otros). [15]

- Refrigeración industrial

De igual manera para los aires acondicionado se cuenta con diversos tipos de equipos de los cuales corresponden a equipos auto-contenidos de refrigeración comercial, otros equipos, Chillers y unidades condensadoras para sistemas de refrigeración; las dos primeras se caracterizan por tener las unidades de compresión y evaporación en la misma unidad, lo que las diferencia es la utilidad que se le da, debido a que la primera se plantea para la conservación de la alimentos, la segunda corresponde a la venta de productor, para la tercera constituye equipos con mayor potencia y por ende mayor capacidad en comparación a las anteriores, basan su funcionamiento por ser condensados por aire o agua, y para la cuarta se cuenta que las unidades condensadoras pueden ser instaladas en sistemas de refrigeración industrial (cuartos fríos).

A partir de lo anterior se ilustra en la tabla 13, las especificaciones técnicas, así como su respectivo refringente más implementados, cabe destacar en esta tabla se tiene los equipos y potencias más utilizados en el mercado.

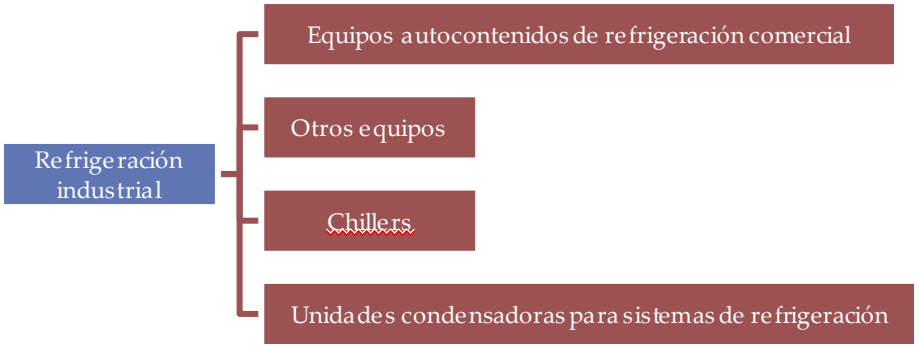


Ilustración 3. Equipos de refrigeración industrial.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Especificaciones técnicas promedio para equipos de refrigeración industrial.

Especificaciones técnicas de los equipos por tipo de refrigerante						
Tipo de equipo	**Refrigerante**	**Capacidad de**	**Consumo energético**	**COP**	**Índice de carga**	**Carga de refrigerante**

		enfriamiento promedio W	promedio W		refrigerante kg/kW	kg
EA	R-22	1,807	823	2.19	0.8765	1.584
	R-134ª	926	554	1.67	0.6710	0.622
	R-404A	1,379	1,102	1.25	0.3986	0.549
	R-507A	1,437	956	1.50	0.9745	1.400
	R-290	1,128	609	1.85	0.1725	0.195
	R-600ª	1,400	700	2.00	0.0214	0.030
	R-744	1,400	700	2.00	0.3143	0.440
OE	R-22	1,807	823	2.19	0.8765	1.584
	R-134ª	926	554	1.67	0.6710	0.622
	R-404A	1,379	1,102	1.25	0.3986	0.549
Chillers	R-22	61,420	19,916	3.08	0.1585	9.734
	R-123	1,930,132	274,412	7.03	0.1290	249.012
	R-134ª	805,159	172,282	4.67	0.2707	217.923
	R-410A	240,118	75,344	3.19	0.2822	67.767
UC	R-22	10,130	3,769	2.69	0.3945	3.996
	R-134ª	6,889	3,129	2.20	0.9244	6.368
	R-404A	4,439	2,806	1.58	0.5629	2.499

Fuente: inventario nacional de equipos de refrigeración y aire acondicionado que se importan, producen e instalan en el país, y de las sustancias refrigerantes contenidas en estos, tales como HCFC, HFC y sustancias alternativas (amoniaco, dióxido de carbono, hidrocarburos, entre otros). [15]

EA: Equipos autocontenidos de refrigeración comercial.

OE: otros equipos de refrigeración comercial.

UC: Unidades condensadoras para sistemas de refrigeración.

10.3.1. Aporte segundo.

Se debe contemplar medidas para los tipos de tecnologías implementadas en las diferentes instalaciones térmicas, como es el caso de los equipos de refrigeración industrial – Equipos auto-contenidos de refrigeración y otros equipos de refrigeración comercial, ya que representan la tecnología más implementada y con mayor potencial de crecimiento (según lo establecido en el inventario de equipos de refrigeración y aire acondicionado página 83 [15]), al igual de dejar a un lado las tecnologías Chiller por ser la que mayor consume de energía eléctrica. Esto para dar cumplimiento a las medidas planteadas por el plan PROURE descritas en la tabla 8.

10.4. Clasificación climática en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa

La clasificación climática que sirve para la caracterización de la demanda, dimensionamiento de la instalación, cálculo de confort térmico, características ambientales, entre otras; se consideran las planteadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en el anexo 2 de la resolución 549, como se muestra en la tabla 5.

Se debe considerar el diseño y elaboración de un estudio más completo donde se visualice las características climáticas y las diferentes variables como humedad, velocidad del viento, temperatura radiante y del aire, así como las cartas psicométricas de cada región para poder dimensionar con mayor precisión el confort térmico; así como contar con el estudio climático elaborado por ACAIRE correspondiente a la tabulación, evaluación y elaboración de un promedio climático más real, conforme a las variaciones máximas - mínimas de la temperatura y la duración de estas durante periodos de tiempo determinados.

10.5. Confort térmico

El confort térmico está definido según la norma ANSI/ASHRAE 55, como la *"condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico y es evaluada por valoración subjetiva"* [4], permitiendo establecer condiciones de ambiente térmico para ocupación humana y poder dimensionar con mayor claridad la instalación térmica.

Por esta razón es necesario establecer una metodología que permita calcular y evaluar el índice o valor de confort térmico de las personas que habitan algún tipo de edificación en los diferentes pisos térmicos que existen en el país. Según la norma ASHRAE 55 este índice comprende seis factores correspondientes a el porcentaje metabólico, aislamiento de las prendas de vestir, temperatura del aire, temperatura radiante, velocidad del aire y humedad presente en el ambiente, considerando de igual manera las diferentes actividades que se realice en la edificación y zona climática en la que se encuentre; con el fin de poder dimensionar la totalidad de la instalación térmica, estableciendo umbrales permitidos bajo estas características.

La metodología planteada por la norma ASHRAE 55, se muestra en la ilustración 3, en donde se establecen los requisitos básicos para la determinación de la temperatura de confort, definiendo en primera medida el volumen de control por medio de la NSR-10, posterior a esto se

debe tener en cuenta el tipo de actividad metabólica que se realizara por parte de los ocupantes, ya estos irradian energía que puede alterar la sensación de calor o frio, este se mide en *met* $[met = 58.2\ W/m^2]$, de igual manera se considera la vestimenta propia de cada región (con relación a su respectiva zona climática) y con relación a la actividad a desarrollar, ya que esta representa un nivel de aislamiento para la transferencia de calor sensible, se mide en I_{cl-clu} $[clo = 0.155\ m^2\ °C/W]$. De igual manera se debe contemplar un porcentaje máximo para el diseño que cuantifique los ocupantes térmicamente inconformes. [4]

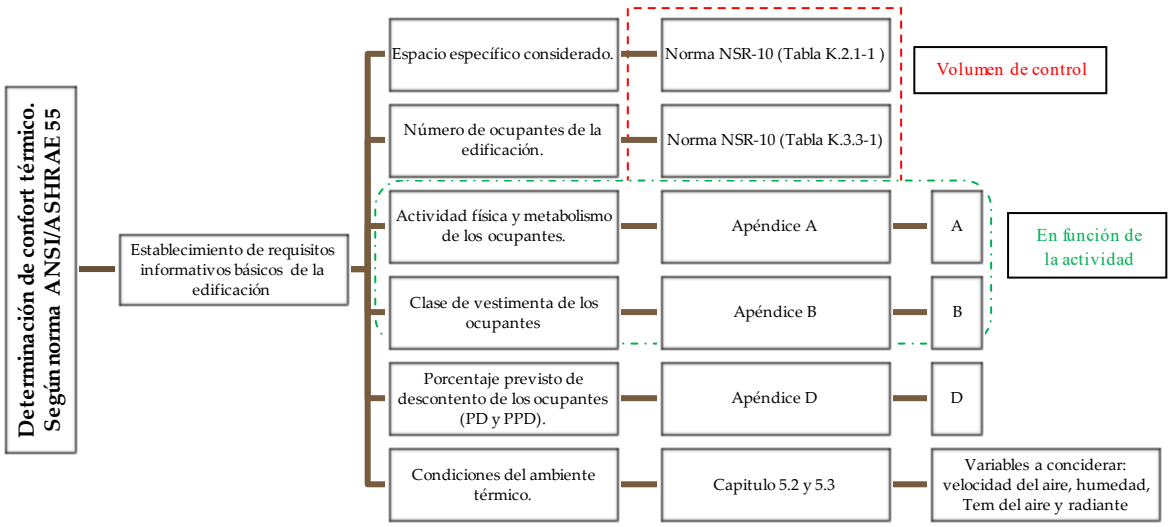


Ilustración 4. Requerimientos básicos para la determinación del confort térmico.
Fuente: elaboración propia.

Para la determinación del acondicionamiento térmico tiene la metodología planteada por la ilustración 4, donde se observa el procedimiento y las variables que intervienen para la obtención de las condiciones térmicas aceptables para ello se implementan el método grafico (propios de las cartas psicométricas de cada zona) que se basa de las condiciones térmicas del ambiente y factores correspondientes a las prendas de vestir y actividad física.

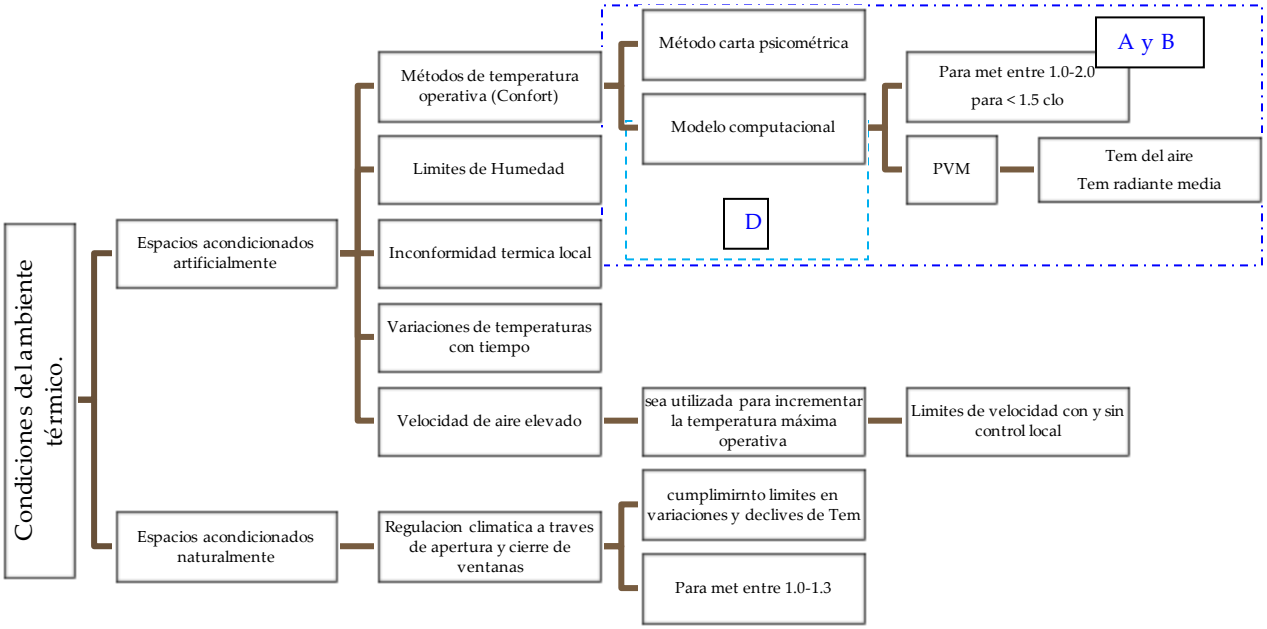


Ilustración 5. Calculo de condiciones aceptables del ambiente térmico.
Fuente: elaboración propia.

Una vez definido esta metodología por medio de la norma se establece criterios y requisitos de conformidad y evaluación del ambiente térmico, por medio de características mínimas del entorno y del sistema, teniendo un grado de confiabilidad por medio de la documentación de estudios, valores de las diferentes variables que interviene en el diseño y cálculos.

10.5.1. Aporte tercero.

Para la documentación técnica de diseño de la instalación térmica se debe evidenciar la implementación de un método o métodos que garanticen un confort térmico adecuado para las actividades de los ocupantes y características climáticas del entorno y de la edificación, teniendo unos criterios de conformidad, confiabilidad y mantenibilidad; atendiendo a lo establecido al estar ASHRAE se crea una metodología a seguir que eventualmente se evaluara si es o no exigida obligatoriamente para el cálculo de confort térmico.

Esto para que sirva de aporte a los capítulos de diseño, verificación y dimensionamiento (confort), así como también en las disposiciones generales de remisión de normas y documentos reconocidos.

10.6. Ventilación natural.

Como aporte a la eficiencia energética en edificaciones y sistemas de instalaciones térmicas, se debe contemplar la ventilación natural en construcciones nuevas y antiguas, siempre y cuando cumpla una serie de características estructurales y climáticas, al igual que un diseño bioclimático basadas en estándares y normas nacionales e internacionales. En Colombia se han venido incentivando y certificado este tipo de metodología de construcción y diseño sostenible, buscando concientizar a los diferentes agentes que intervienen en esta actividad en sistemas competitivos y amigables con el medio ambiente. [16]

Esta técnica permite el aprovechamiento de las características climáticas, estructurales y espaciales de la edificación para garantizar un acondicionamiento de aire funcional y natural, que sea confortable para los ocupantes, implementado técnicas como la instalación de rejillas y ventanas móviles accionadas manualmente o automáticamente. De igual manera contemplando variables como índice de ruido, contaminación, construcciones futuras, entre otras, para crear medidas de mitigación de estas.

Para la implementación de esta técnica se han realizado estudios, guías y protocolos; por parte del estado colombiano, asociaciones, universidades y consejos, dejando como resultado los siguientes documentos:

- Guía de construcción sostenible para ahorro de agua y energía.
- Protocolo de verificación para sistemas ingenieriles de ventilación natural en climas ecuatoriales.

Como ya se describió en el capítulo 7 del presente documento, la guía de construcción sostenible plantea medidas pasivas y activas en la estructura de la edificación así como en los equipos, para lograr un menor consumo de energía eléctrica por parte de sistemas de acondicionamiento de aire ya sean de ventilación, refrigeración o calefacción; también se cuenta con el protocolo de ventilación, elaborado por el consejo de construcción sostenible (CCCS), la asociación colombiana de aire acondicionado (ACAIRE) y la universidad de los andes, este plantea una metodología de verificación y cumplimiento de los criterios y variables necesarias para la implementación de medidas de ventilación natural.

Dentro del protocolo se evidencia la importancia 6 variables que contribuyen al estudio y el proceso de verificación, estas corresponden a:

Tabla 14. Variables y características para la viabilidad de un sistema de ventilación natural para edificaciones. [16]

Variable	
Información básica	❖ Temperatura: Día más caliente y húmedo del año. Día de menor diferencia de temperatura entre el interior y exterior. Día de mayor diferencia entre día y la noche. ❖ Condiciones de viento: Condiciones de calma. Direcciones predominantes. Dirección de viento opuesta a las aperturas. ❖ Cargas térmicas internas: Cargas típicas máximas. Cargas típicas mínimas. Dentro de este se comprende el perfil de ocupación, rango de confort térmico, índice de descontento permitido y tiempo mínimo, y horario de ocupación. Estas se estiman por medio de la NSR-10 y los estándares ASHRAE 55.
Reporte de calidad del aire exterior	Se debe evaluar direcciones del viento, temperaturas y posibles fuentes de contaminación alrededor del proyecto. Estas se estiman por medio de los estándares ASHRAE 62.1 y resolución 4445, 601 y 979.
Zonificación de estrategias de ventilación y acondicionamiento. Plano.	Se debe evaluar y dimensionar la zonificación del espacio: ventilación, acondicionamiento y extracción tanto naturalmente natural como mecánicamente.
Zonificación de estrategias de ventilación y acondicionamiento. Cuadro de Áreas.	

Distribución espacial típica – *layout*	Se deben especificar y dimensionar los elementos que pueden ser parte del espacio y que pueda influir en el recorrido del aire (mueves, electrodomésticos, puertas, entre otros)

Fuente: elaboración propia.

De igual forma en esta guía se plantea la evaluación del *Commissioning*, definido por la ASHRAE 202P, como el Proceso de Puesta en Marcha es el proceso orientado a la calidad del Propietario para lograr, evaluar, y documentar que el desempeño de edificios, sistemas y asambleas cumple con los objetivos y criterios definidos. [16] [17]

10.6.1. Aporte cuarto.

Se debe disponer de un capitulo dentro de eficiencia energética en el reglamento técnico de instalaciones térmica implementando requisitos de estudios para determinar si es o no viable un sistema de ventilación natural dentro de la estructura para generar un ahorro de energía eléctrica, cabe resaltar que si se cumplen los requisitos que plantea tanto la guía como el protocolo de climatización y confort térmico se debe establecer de carácter obligatorio implementar esta alternativa.

Un apoyo que debe tener los estudios de factibilidad de ventilación natural es la normativa de los estándares ASHRAE 62.1, 55 y 202P, y la realización y evaluación de simulaciones que contemplen las variables de la tabla 14.

10.7. Aspectos para la simulación de instalaciones térmicas.

Dentro de la normativa española descrita en el capítulo 7.1., se definieron un conjunto de guías para el ahorro energético de las instalaciones térmicas, dentro de estas se encuentra la guía técnica de procedimientos y aspectos de la simulación de instalaciones térmicas en edificios, de la cual se basará para la determinación de variables, características y propiedades que se deben identificar y dimensionar dentro de la simulación de un sistema térmico, así como los software más implementados.

10.7.1. Variables y constitución de un sistema térmico.

Teniendo en cuenta que una simulación térmica tiene como finalidad la estimación bajo cierta frecuencia temporal (normalmente cada hora) la potencia térmica necesaria para proporcionar, *"calefacción o extraída para proporcionar refrigeración en sus diversas formas: convectiva, radiante, latente (humedad del aire) y la energía consumida por los sistemas para conseguirlo."*, con el objetivo de poder garantizar una características de calidad y condiciones térmicas en un intervalo de tiempo determinado. Por esta razón se desea incluir dentro del reglamento soportes computacionales que sirvan para calcular y dimensionar en confort térmico, y las diferentes cargas que contribuyen a la perdida, ganancia o transferencia de calor. [18]

De igual manera también se busca soportar la viabilidad de implementar estrategias que contribuyan al URE dentro de la edificación, como lo son los tipos de materiales e índice de transferencia de calor de los mismos, ventilación naturas, incidencia de luz y calor solar, entre otros para la correcta adecuación de los espacios; para ello es necesario que las herramientas computacionales calculen la potencia temida no solamente en función de la temperatura seca del aire, si no de la cantidad de energía que va en él, las características estructurales y condiciones de viento (dirección y magnitud). [18]

Dentro de la gua se plantean diferentes métodos matemáticos para la simulación, uno de estos se visualiza por medio de la ilustración 5, en donde se consideran las características y variables de acuerdo al volumen de control, determinando las diferentes formas de transferencia térmica del entorno, equipos y personas hacia las condiciones y valores determinados de confort térmico, estas corresponden a radiación solar (transmisión y reflexión por la cobertura de la estructura como ventanas y paredes), iluminación artificial, electrodomésticos y todo elemento físico asociado al espacio.

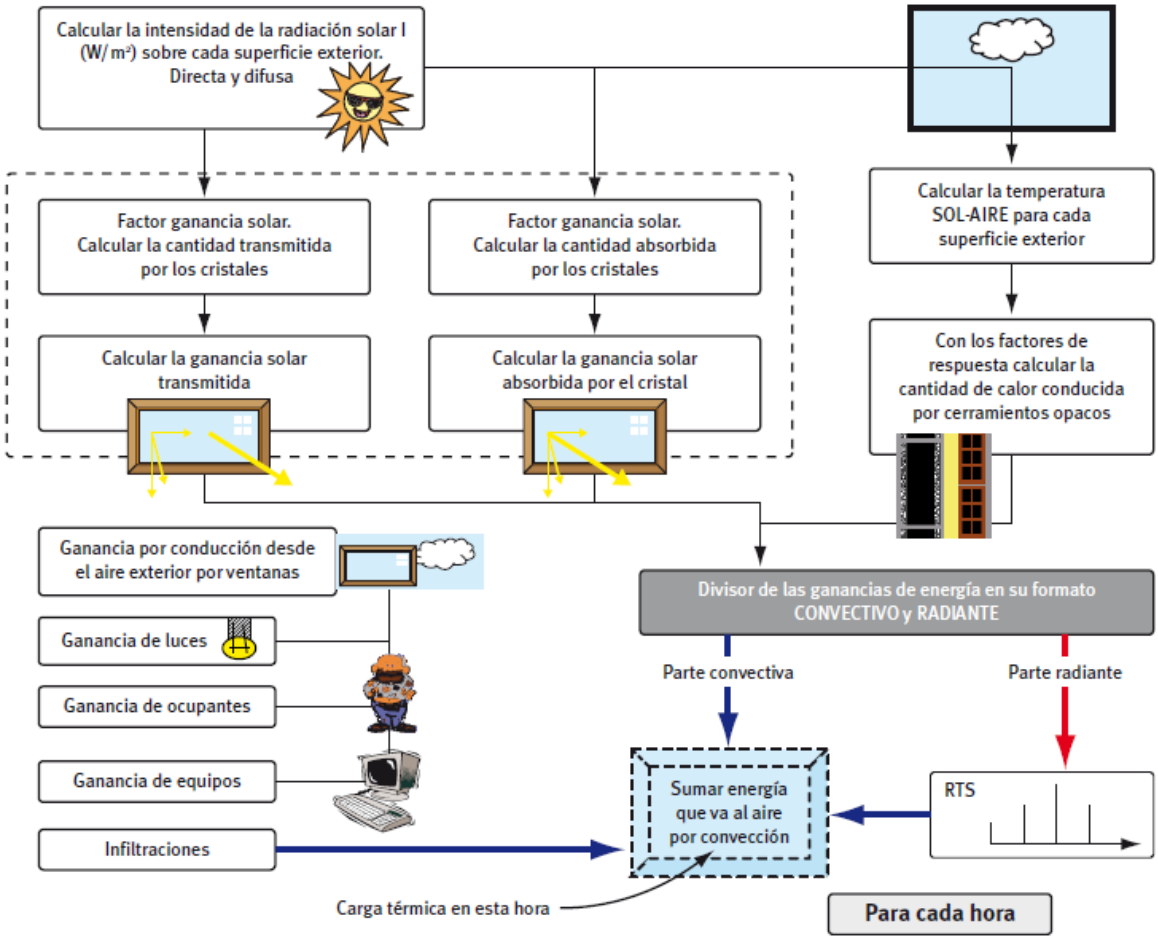


Ilustración 6. Método de las series temporales radiantes, implementado para el dimensionamiento de la potencia térmica.
Fuente: guía de eficiencia energética - Procedimientos y aspectos de la simulación de instalaciones térmicas en edificios. [18]

Este método que integran diferentes variables para observar el comportamiento del acondicionamiento de aire en un espacio determinado se enfoca en sistemas de prestación de servicios de agua caliente sanitaria, control de humedad, ventilación, calefacción y refrigeración, estos sistemas están constituidos de la siguiente manera.

Tabla 15. Constitución de sistemas intercambiadores de calor en programas computacionales (acondicionamiento de aire y agua sanitaria) [18] [19]

Constitución de sistemas de climatización de aire y agua (ACS) en sistemas de simulación.	
Recurso o alimentación	Energía primaria
	Energía final
Transporte ❖ Redes cerradas a la atmosfera, bucles o lazos ❖ Redes abiertas a la atmosfera	

❖ Contemplación de perdidas	
Transformación	❖ Planas enfriadoras ❖ Comba de calor ❖ Recuperadores ❖ Equipos de refrigerante variable
Transporte	
Uso final	Entrega puramente convectiva
	Entrega mixta, convectiva y radiante

Fuente: elaboración propia.

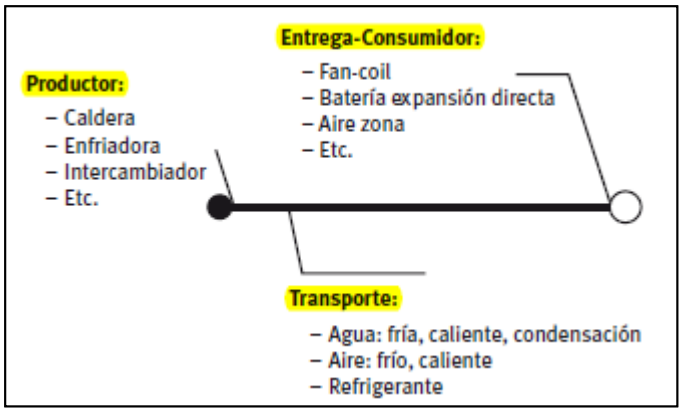


Ilustración 7. Sistemas de climatización en herramientas computacionales (ciclo de trabajo).
Fuente: guía de eficiencia energética - Procedimientos y aspectos de la simulación de instalaciones térmicas en edificios. [18] [19]

Uno de los principales software implementados y estudiados por a guía de simulación es el EnergyPluss, el cual

10.8. Sistemas de agua caliente sanitaria ACS.

Dentro de los objetivos que se establecen en la propuesta del RITE, se plantea las instalaciones de agua caliente sanitaria centralizadas (ACS) y aguas de consumo humano (ACH), como asunto y conformidad de las instalaciones térmicas de una edificación; por esta razón se contempla una serie de criterios de seguridad, diseño y conformidad para este tipo de sistemas a partir de la Guía Española de Agua Caliente Sanitaria Central, mencionada en el capítulo 7.1. [19]

Los sistemas de ACS están conformados por los siguientes elementos:

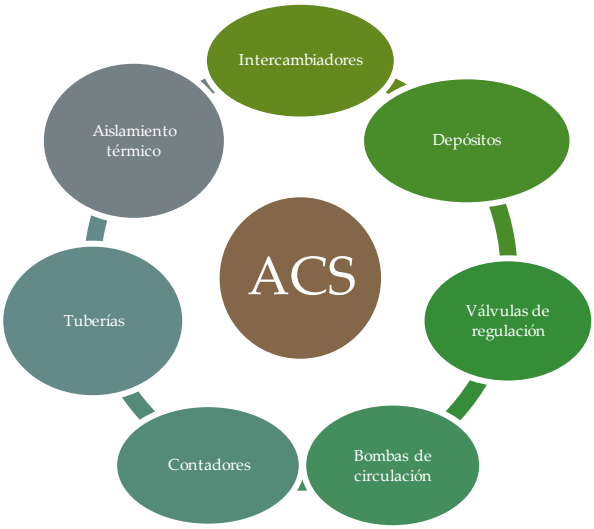


Ilustración 8. Elementos que hacen parte de un sistema de ACS para edificaciones.
Fuente: elaboración propia.

Dichos elementos, así como sus características se justifican según el dimensionamiento de la instalación, para esto se deben contemplan una serie de variables básicas, correspondientes a los tipos y actividades realizadas en edificaciones, número de habitantes de la edificación, descripción y número de equipos que usan este sistema, número de habitantes y demanda promedio, una vez definido estas variables dentro del capítulo 6 de la guía se describe una serie de pasos y casos de estudio.

Los pasos para dimensionar los sistemas de ACS se componen de la determinación del caudal de cada uno de los equipos y de su conjunto (durante periodos de tiempo), el consumo de la edificación (para el cálculo de este factor se debe realizar un listado o cálculo de consumo de agua en función del tipo y actividad de la edificación en función del número de habitantes), determinación del tipo de producción (instantánea o con acumulación), distribución con forme a las variables calculadas anteriormente, las tuberías seleccionadas y perdida de carga de en todo el circuito, y recirculación.

- Consideraciones:

Dentro de la guía se destaca la importancia de contemplar dentro del RITE el sistema de ACS, de igual manera contemplar como principal característica que el calentamiento de agua siempre debe contar con *"intercambiadores en cuyo interior se transfiera el calor de las calderas (primario) al ACS (secundario) sin que exista mezcla entre ambos circuitos"* debido a

que el agua dentro de las calderas no es apto para el consumo humano y que conforme a esto se debe contar con una *"red de tuberías exclusivas para este servicio"*, de igual forma se contempla condiciones para que los sistemas ACS no estén propensos a contener bacterias como la legionella, que vulneren de alguna manera la seguridad e higiene de los habitantes; por esta última razón se destacan una serie de condiciones como lo son las condiciones y valores de temperatura mínimos requeridos para su acumulación (60ºC), para los puntos más alejados (50ºC), valores máximos de circulación del fluido (70ºC), entre otros. (Expuestos en el capítulo 3 de la guía). [19]

De igual manera se ilustra un mecanismo y metodología para realizar los mantenimientos preventivos de la instalación en los circuitos primarios y segundarios ACS en diferentes elementos que lo integra para su medición, acumulación, intercambiadores, sistema eléctrico y control).

10.8.1. Aporte quinto.

Se debe contemplar y establecer más criterios en la sesión de ACS en la propuesta del RITE, debido a la falta de guías y procedimientos oficiales por parte del estado colombiano para la implementación de este sistema, de igual forma para poder determinar y dimensionar con una mayor exactitud estos sistemas es necesario crear estudios en donde se evidencie el caudal de los equipos.

10.9. Protocolo de verificación y especificaciones de la calidad de la instalación en sistemas HVAC.

Teniendo en cuanta la importancia de una buen dimensionamiento, diseño, mantenimiento y uso de las instalaciones de aire acondicionado se dispone de la norma ANSI/ACCA 5 de 2015 y la ANSI/ACCA 9 de 2016, en donde se establece respectivamente un procedimiento para la verificación de elementos constitutivos de una instalación, y a partir de estas lograr una mayor comodidad, mejor calidad del aire interior, equipos energéticamente eficientes y mejoramientos en la puesta en servicio, así como la forma en la cual se selecciona los elementos y se instala.

En la ANSI/ACCA 5 de 2015, esta norma está enfocada para los procedimientos previos e instalación que se deben hacer para los sistemas HVAC, para la obtención de un sistema con el

mejor diseño en eficiencia energética, debido a que no solamente se deben elegir los elementos individuales más eficientes, si no encontrar una combinación optima que permita el mejor aprovechamiento energético y su correcta instalación dentro del sistema, esta norma se relaciona con las herramientas de simulación.

La norma parte de la clasificación de las áreas que caracterizan este tipo de instalaciones: aspectos de diseño, de equipos de la instalación, distribución, documentación del sistema y educación, en cada uno de ellos se establecen requerimientos, procedimientos y documentos aceptables.

En la ANSI/ACCA 9 de 2016, se plantea una lista de verificación para todos los elementos constitutivos de la instalación, dividiéndolos en dos niveles y que a cada uno de ellos le corresponde un protocolo (nivel 1 - Revisión de Lista de Verificación de Instalación y nivel 2 - Revisión de campo). El primero está asociado a la verificación de los sistemas específicos de HVAC de los contratistas (llevado a cabo por medio de la presentación de todos los elementos por medio de un checklist especificado en el apéndice A de esta norma) y el segundo corresponde a la verificación de la instalación en campo, realizando observaciones técnicas, físicas y mediciones, en los subsistemas y elementos (esta se cumplirá según el requerimiento del nivel 1 – apéndice A, validación de la información por medio de revisión física por medio de mediciones especificadas).

El apéndice A es necesario para realizar del proceso de verificación sin distinguir el nivel en el cual se este, establece una lista de procedimientos de control tanto del sistema como de los equipos, diseño (según la pérdida y ganancia de calor, sistema de configuración, flujo de aire y control), puesta en marcha, (listado de instalación de equipos, condiciones de la carga refrigerante, medidas eléctricas y combustión) y aspectos de distribución.

Durante el proceso de verificación se pueden presentar fallan en algunos de los elementos correspondientes a la lista descrita en el apéndice A, para ello se cuanta con dos disposiciones la primera "*las fallas en un nivel no necesitan excluir la evaluación del otro nivel si así lo admite el administrador*" según lo establecido en la sección 4 de la norma, cabe resaltar que dichas fallas deberán ser superadas para que la instalación cumpla con la norma, y la segunda según lo

establecido en el apéndice C, cuando un elemento en falla y que de este dependan más elementos no es necesario la verificación de estos hasta que se corrija la falla.

Para los demás apéndices se puede encontrar con una serie de documentación de referencia de estándares, los cuales describen un procedimiento adecuado y normalizado de los elementos estándar de la norma, con procedimientos y protocolos de toma de muestras para la verificación de los elementos del sistema HVAC y un listado de elementos dependientes.

Para lo establecido en la instrucción técnica número 3 y 4, se establece el mantenimiento, uso e inspección de las instalaciones térmicas en el borrador del RITE, para lo dispuesto en sistemas de acondicionamiento de aire HVAC se puede reglamentar la implementación de estándares norteamericanos como los anteriormente mencionados para la verificación y definición normativa para cada elemento constituyente de estas instalaciones.

10.10. Primeras observaciones propuesta RITE, a partir del Artículo 1 hasta el numeral IT 4.3.3.

Dentro del borrador se observa el Articulo 6, en donde se referencia una serie de documentos técnicos que servirán como apoyo o ayuda para el correcto cumplimiento de las especificaciones del RITE, pero cabe resaltar que dichos documentos no existen dentro de la normativa actual, por ello es de vital importancia considerar un estudio donde se contemple la elaboración de estos.

- Según la normatividad española los documentos reconocidos del RITE hacen parte de una serie de guías, metodologías, código de buenas prácticas de diseño, montaje, mantenimiento y especificaciones recomendadas las cuales fueron mencionadas en el capítulo séptimo; en el caso colombiano se cuenta con dos estudios sobre construcción sostenible para ahorro de agua y energía, y un protocolo de ventilación natural los cuales se podrán considerar como los primeros documentos reconocidos del RITE colombiano. (véase tabla 16-a)

Dentro del Artículo 10, en lo concerniente a bienestar e higiene, se debe mencionar la definición de confort térmico, como la finalidad de la instalación cumpliendo los requerimientos de calidad del ambiente térmico, interior, acústico e higiene.

Dentro del Artículo 11, en este se justifica la importancia en la reducción en energía eléctrica a causa de las instalaciones térmicas abordando 6 puntos importantes, dentro de esta justificación se debe mencionar la ley 697 de 2001.

Dentro del Artículo 12 (seguridad), en donde se referencia la norma NSR-.10, se visualiza la necesidad de definir los ítems o especificaciones que se deben considerar en caso de alguna contingencia como incendios expuestos en el capítulo 10.2 del presente documento y que de igual manera se debe abordar en las instrucciones técnicas IT1.3 exigencias de seguridad.

Dentro del Artículo 14, en el inciso 14.6, es necesario referenciar la NSR, la guía de construcción sostenible, los requerimientos del protocolo de ventilación natural para su implementación y la clasificación climática que se tiene en torno a la edificación existente; como soporte para el cambio de uso de la edificación existente, así como medidas de ahorro en consumo de energía relacionado al acondicionamiento térmico y confort.

- Dentro de la normatividad española se cuenta con la UNE 157001 la cual establece *"Criterios Generales para la elaboración de proyectos"*, definiendo consideraciones generales que permitan precisar las características que deben satisfacer los proyectos, para ser más precisos en su apartado GT-05 se establece los criterios para instalaciones térmicas dividiéndolo en memoria, anexos, planos, pliegos de condiciones, estado de mediciones y presupuesto. Buscando que la instalación cumpla con la finalidad para la cual fue elaborada; de igual mente se plantea en este el Manual de Uso y Mantenimiento dependiendo de la potencia que manejara el proyecto. (véase tabla 16-b)

Dentro del Artículo 15, se plantea quien podrá certificar un proyecto de diseño, la persona calificada puede ser cualquier profesional que cumpla una certificación (al igual que el certificado RETIE).

- De igual manera se deben exigir los documentos técnicos que soporten el diseño y dimensionamiento de los sistemas para acondicionamiento de aire y agua caliente sanitaria, así como las características que implican su cálculo como confort térmico y ventilación del espacio, expuestos por la norma ASHRAE.

Dentro del Artículo 16, se describen una serie de justificaciones del proyecto que no solamente deberá ser exigido para proyecto menor (de 5 -70 kW), sino también para proyectos de diseño con una potencia térmica útil de 70kW.

En la esta misma medida, en la propuesta se mencionan que se deben seguir la documentación exigida por ACAIRE, la cual corresponde a las normas ASHRAE.

En el Artículo 17, se debe describir que todos los equipos deberán contar con la etiqueta de eficiencia energética del RETIQ, al igual que en la normativa española, en donde se aceptan certificados de conformidad o de etiquetado de eficiencia que tenga convenio con la Unión Europea o tomar en consideración las especificaciones técnicas de los equipos expuestas en la norma ASHRAE 90.1 que condiciona los equipos frigoríficos. (Descritos detalladamente en el anexo 1de la resolución 549).

- Dentro de este artículo, en la normativa española se cuenta con el Real Decreto 187 de 2011, el cual describe los requisitos no solamente de eficiencia energética, si no el diseño ecológico de estos mismo; este describe una serie de lineamientos para el control, puesta en servicio y conformidad, así como también establecer una metodología para el establecimiento de requisitos de diseño, estos se describen en tres Parámetros de diseño ecológico para los productos, Requisitos relativos al suministro de información y Requisitos para el fabricante.

Dentro del Artículo 19, si existe alguna particularidad en el proyecto se deberá exponer en la documentación pertinente para la recepción de equipos y materiales.

Dentro del Artículo 25, se podrá definir que se constituye como una instalación solar térmica, por medio de la Guía de construcción sostenible para ahorro de agua y energía.

Dentro del Artículo 28, se podrá definir la finalidad de inspección dentro de la instalación térmica; también nombrar que cobertura tendrá dentro del territorio nacional.

De igual manera para los Artículos 30 y 38, de inspección, prioridad, evaluación de conformidad y entidades competentes para dichas funciones, se deberá aclarar y definir por parte del Ministerio de Minas y Energía el esquema de inspección aplicable de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1595 (subsistema Nacional de la Calidad-SICAL).

De acuerdo al Artículo 33 al 36 propio del capítulo de empresas instaladoras y mantenedoras se deben crear lineamientos de certificación y capacitación del personal adecuado que realice el diseño, montaje y mantenimiento.

La primera instrucción técnica hace referencia al diseño y dimensionamiento, así como las variables que intervienen en las instalaciones térmicas durante este proceso; la primera referencia a las exigencias de confort térmico, continuo a este se define IT 1.1.4.1 correspondientes a las exigencias de calidad térmica del ambiente.

- Las exigencias de calidad térmica se mencionaron anteriormente en la metodología para el cálculo de confort térmico en los espacios en referencia a la norma ASHRAE 55, esta tiene su comparativa con la norma española UNE-EN ISO 7730, estableciendo un criterio para la cuantificación de del confort y definiendo una serie de valores como el PMV, el cual corresponde a la sensación que presenta un determinado grupo de personas en un espacio y que para el cálculo de este necesita características climáticas del clima en donde se encuentre la edificación, así como también las actividades y la vestimenta que se tenga, esto se puede visualizar en la ilustración 4; también al igual que la norma ASHRAE la normativa española utiliza el PPD, correspondiente al porcentaje previsto de descontento, el cual sirve dentro del RITE como el valor indicativo aceptable para ciertas características de temperatura operativa y humedad relativa, en sistemas de difusión por mezcla o por desplazamiento.

  De igual manera dentro de los estudios y evaluaciones del reglamento RITE español, para la cuantificación de los valores de PPD se realizaron estudios de este en función del gradiente vertical de temperatura (importante cuando se emplean sistemas de difusión por desplazamiento), temperatura del suelo (minimizar el malestar causado por los pies fríos o Calientes, dependiendo del tipo de material que esté constituido el suelo) y asimetría en temperatura radiante (creada por elevados niveles de iluminación, superficies de cristal, o radiación solar directa), siendo esta última evaluada en el techo y paredes de la zona de ocupación (la cual contempla ciertas características geométricas en cuanto altura en función de su actividad y distancia a equipos de acondicionamiento de aire 1m, comprendidas en la norma UNE EN 13779). [20]

  Por consiguiente, se ve la necesidad de adoptar, modificar o realizar las dos normas anteriormente mencionadas, así como la verificación de los estudios realizados para el PPD, debido a que se debe establecer un procedimiento claro para el cálculo del confort térmico, así como establecer los valores de referencia de actividad metabólica, grado de

vestimenta, temperatura media del aire, temperatura radiante media de los cerramientos, velocidad del aire y humedad relativa.

De acuerdo con IT 1.1.4.1.2 se debe modificar la clasificación de clima local, debido a que en Colombia se cuenta con tres de ellas según el IDEAM. (Disponible anexo 2 resolución 549) y se deberá establecer los valores de temperatura operativa y humedad relativa en función del PPD anteriormente mencionado para cada una de las temperaturas relacionadas.

De acuerdo a la velocidad media del aire IT 1.1.4.1.3. Determinan si una persona se encuentra en condiciones de confort (en cuanto al aire). Existen diferentes métodos para determinar si existen o no las condiciones de confort; entre ellos se encuentran el modelo de Fanger (P.O. Fanger, Thermal Confort, Mc Graw Hill.Nueva York, 1972), entre otros.

- Dentro de la reglamentación del RITE español se describe la forma de calcular la velocidad media admisible del aire en la zona ocupada bajo ciertas condiciones de PPD y de intensidad de turbulencia, y que posteriormente serán utilizados para calculas las molestias por corrientes de aire con ayuda de la norma UNE-EN ISO 7730 y CR 1752, y que son importantes en lo concerniente a confort.

En la instrucción técnica IT 1.1.4.2, se debe disponer al igual que la normativa española de una norma que justifique y exija sobre calidad de aire interior.

- Dentro de la reglamentación española se cuenta con la norma UNE-EN 13779, en donde establece valores de calidad que se deben contemplar bajo ciertas consideraciones, definiendo una clasificación de manera cualitativa de los tipos de aires que intervienen en los sistemas de acondicionamiento de aire correspondientes a: aire exterior, de impulsión (procede de Unidades de Tratamiento de Aire y suele recibir el tratamiento adecuado de purificación), interior, transferido, extraído, recirculado, descargado, segundario (procede de una unidad terminal como inductor o viga fría), de fuga, infiltrado, ex filtrado y de mezcla, estos tipos de aire se dividen según del nivel de contaminación al que se encuentre descritos en el reglamento; de igual forma se destaca que los único aparatos para la depuración de partículas y gases son capaces de intervenir de manera relevante y significativa para el mejoramiento y mantención de la calidad del aire dentro de la zona ocupada.

De igual forma dentro de lo descrito en la norma UNE-EN 13779, se considera la contaminación de aire por niveles de CO_2 riesgosos para la salud humana, también por la calidad de aire percibido por medio del informe CR 1752 del CEN y concentración de contaminantes específicos. [20]

De acuerdo al IT 1.1.4.2.2, para calidad de aire CAI4, se debe resaltar que ningún caso a menos que sea debidamente justificada ninguna edificación deberá contar con calidad e aire baja.

De acuerdo al IT 1.1.4.2.3, en el inciso D se deben referir alguna resolución donde se definan límites específicos o ilustrar el método.

- En los IT 1.1.4.2.2 y IT 1.1.4.2.3, se clasifica la calidad de aire interior presente en los diferentes tipos de edificaciones, así como también los valores deberán cumplir dichas edificaciones para establecerse en una determinada categoría, para ello se debe contar con un sistema de control expuesto en la tabla 1.2.4.3.3 en el borrador.
- Para la filtración de aire se cuenta dentro del borrador en el IT 1.1.4.2.4 y en comparación a la reglamentación español, se hace referencia a que se deben cumplir ciertos requerimientos tanto interior como exteriormente para la edificación, para esto es indispensable la utilización de diferentes clases de filtros (los cuales se describen a partir de la norma UNE-EN 779), dichos filtros son referenciados en el borrador a partir de esta norma.

  Se debe considerar de igual forma una metodología de mantenimiento ya sea por envejecimiento o suciedad para estos filtros, como un complemento de ello se cuenta con la norma española UNE-EN 13053 en las cueles describen la perdida de presión y deberán ser contempladas por el instalador, en caso de una perdida de presión la normatividad española recomienda variadores de frecuencia. [20]

De acuerdo al IT 1.1.4.2.5 se deben referenciar los valores de actividad metabólica de acuerdo al estándar ASHRAE 55 en su inciso A; de igual manera se debe referenciar o contemplar las resoluciones de calidad de aire (tabla 2) además de los estándares ASHRAE 62.1.

- 1.2 Met tiene una relación de actividad: parado – tranquilo.
- Como ya se mencionó anteriormente la norma española contempla la UNE-EN ISO 7730, para determinar los valores de actividad metabólica y su determinado valor de sensación térmica (PVM) correspondiente a este.

De acuerdo al IT 1.1.4.3, en cuanto a las instituciones de salud públicas se debe considerar la Resolución 4445 de 1996, de igual manera se debe contemplar dentro del este el modo de dimensionamiento y mantenimiento del ACS.

- En esta dentro de la reglamentación española se establece una temperatura mínima por la cual se garantice la no proliferación de legionela, la cual corresponde a 50°C contemplando que esta tendrá que ser la temperatura neta después de contemplar las pérdidas de calor del fluido por el medio de transporte y que "*mediante una sonda de temperatura que actuará sobre una válvula automática puesta en el circuito de carga procedente de la central de producción de calor"*.
- Las consideraciones o requerimientos que se establecen en piscinas dentro del RITE español para calidad de aire y ventilación (expuestos en IT1.1.4.2) se tienen: que se debe *"cumplir con un caudal mínimo de* $2.5\ L/s$ *por* m^2 *de superficie de la lámina de agua y de la playa, al que se debe añadir, en su caso, el caudal necesario para controlar la humedad relativa"* y *"mantenerse en depresión con respecto a los locales contiguos entre 20 y 40 Pa."* [20]
- De igual forma dentro del RITE español, en exigencias de higiene, se cuenta con condiciones técnicas definidas en ACS ya mencionadas, y otros factores como registros de inspección de los conductos (descritos en la norma UNE-ENV 12097), especificaciones higiénicas para el diseño y mantenimiento los sistemas de acondicionamiento térmico (norma UNE 100005 y UNE 100012), Tomas y descargas de aire (norma UNE-EN 13779, apartado A2), unidades de tratamiento de aire y diferentes tipos de sustancias refrigerantes implementadas (conforme a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 378).

De acuerdo al IT 1.1.4.3.2, se considera una excepción de la temperatura entre 24º y 30ºC para usos terapéuticos, debido a esto se debe referenciar una guía de cálculo de temperaturas máximas o mínimas para el agua en esta aplicación.

De igual manera se debe referenciar normativa de criterios técnicos y de seguridad (ley 1510 de 2011).

De acuerdo al IT 1.1.4.4, en lo concerniente a factores de perturbación o contaminación acústica en los espacios de la edificación se referencia normatividad en general y no específicamente del Ministerio del Medio Ambiente y Protección Social; de igual manera se debe contemplar que este es un factor importante a contemplar para los sistemas de ventilación natural y por tanto se deben enfatizar medidas y elementos de mitigación de esta.

- Dentro de la normatividad española se cuenta con el documento DB-HR "Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, en el cual se describen los ruidos y vibraciones presentes en la edificación, así como algunas recomendaciones para que el fabricante suministre valores de incidencia del ruido bajo ciertas características descritas en la norma.

Para la IT 1.2 de exigencia de eficiencia energética, se contempla para los equipos individuales y al conjunto correspondiente a toda la instalación sin importar la potencia que maneje, para el primero en España se cuenta con el marcado de conformidad CE, el cual certifica que un producto cumple con todos los requerimientos de todas las normas que lo comprendan, como es el caso de las unidades de tratamiento de aire (UTA) bajo la norma UNE-EN1050.

- Para el procedimiento de verificación la normativa española se establece unos lineamientos mínimos dependiendo de la magnitud de la instalación, es decir para potencias entre 5kW y 70kW, es *"suficiente indicar, en la memoria técnica que forma parte del proyecto, el consumo de energía de la instalación y las emisiones de* CO_2*"* y para potencias superiores *"se incluyan las estimaciones de los consumos de energía mensual y anual, así como las correspondientes emisiones de dióxido de carbono"*. [20]

De acuerdo al IT 1.2.3, para la documentación justificativa de cumplimiento de los requerimientos técnicos, se considera referenciar o adoptar la documentación exigida en los estándares ASHRAE en el capítulo de conformidad de confort, calidad de aire y el protocolo de verificación para sistemas ingenieriles de ventilación natural en climas ecuatoriales.

De acuerdo al IT 1.2.4.1.2, en este se debe modificar la moción del Reglamento Técnico de Calderas, para equipos generadores de calor debido a que todavía no está implementado. De igual manera se deberá resaltar *"Debido a que el agua de calderas no es apta para el consumo humano, siempre deben existir intercambiadores en cuyo interior se transfiera el calor de las*

calderas (primario) al ACS (secundario) sin que exista mezcla entre ambos circuitos." como señalado por la guía Agua Caliente Sanitaria Central

De acuerdo al IT 1.2.4.1.3, en la generación de frio se deberá considerar el EER (eficiencia de efecto de refrigeración).

De acuerdo al IT 1.2.4.1.3.3, se deben contemplar las maquinas o equipos que sean reversibles y la mínima temperatura de diseño de estos, como se contempla en la normativa española.

De acuerdo al IT 1.2.4.2.1.3, en el numeral 2 se debe aclarar o referenciar un documento donde se ilustre un programa informativo.

De acuerdo al IT 1.2.4.2.2, en el numeral 2 se debe establecer los aspectos mínimos de aislamiento cuando la potencia nominal útil de la instalación sea mayor a 70kW.

De acuerdo al IT 1.2.4.2.3, se introducen tres elementos adicionales, así como su respectivo valor correspondiente de caídas de presión máximas admisibles en la tabla 1.2.4.2.4, se usa el término intercambiadores en vez de baterías según norma española.

De acuerdo al IT 1.2.4.2.6, en comparación al reglamento español no se establecen exclusiones para diferentes motores con ciertas características para q cumplan esos valores de eficiencia y rendimiento.

De acuerdo al IT 1.2.4.3, se debe contemplar o mencionar la obligación de realizar una simulación de control ventanas, rejillas, entre otros; para verificar si se necesita un control todo o nada u otro tipo de control, ya sea manual o automático que permita garantizar el confort.

Mencionar si es o no necesario para sistemas de ventilación natural contar con un control automático y si no es necesario implementar inducciones (*Commissioning*) sobre el cómo se debe operar los actuadores según normas internacionales como la ASHRAE 202P.

Para la indicación técnica IT 1.2.3.2, en esta se describe lo que debe contemplar el sistema de control térmico THM-C, bajo los casos de ventilación, calentamiento, enfriamiento, humidificación y deshumidificación.

- Dentro de los lineamientos y entidades responsables para dicho fin dentro del RITE español, se encuentra el Comité 156 del CEN, y que describe la importancia de los sistemas de control de ventilación ya que *"el propósito principal del acondicionamiento de aire; el tratamiento térmico de los locales es un factor secundario, así como lo es el ahorro de energía. La salubridad de los recintos está por encima de todo"*. [20]

De acuerdo al IT 1.2.4.3.4, se deberá contemplar las válvulas de regulación y sus diferentes tipos, utilizadas con el fin de regular temperatura de las ACS.

De acuerdo al IT 1.2.4.4, en el numeral 7 se menciona que los equipos de medición serán obligatorios para potencias térmicas útiles mayores a 400kW, por tanto, se debe considerar una potencia de 70kW de la cual se necesita un diseño según la propuesta del RITE.

De igual forma considerar incluir *"Cuando se disponga de servicio de agua caliente sanitaria se dispondrá de un dispositivo de medición de la energía en el primario de la producción y en la recirculación"*.

De acuerdo al IT 1.2.4.4, en el numeral 8 de acuerdo al punto anterior se referencia una potencia mayor a 400kW para los dispositivos de medición en referente a refrigeración.

De igual manera se debe contemplar lo expuesto en la Guía de construcción sostenible para ahorro de agua y energía, con relación a medición eficiente de agua y energía, expuesto en el numeral 5.3, con el fin de "*identificar las áreas de mayor consumo de agua y energía y los sistemas instalados para monitorear su consumo"*.

De acuerdo al IT 1.2.4.5.1, en la Tabla 1.2.4.5.2.3a - Eficiencia de la recuperación, no es necesario la utilización de dos tablas con dos sistemas de medidas diferentes, de igual manera con relación al reglamento español se establecen rango de caudal de aire más grandes y niveles de presión y porcentajes más altos para valores pequeños.

De acuerdo al IT 1.2.4.6.1, se plantean algunas condiciones para la contribución solar para la producción de ACS, en donde se debe incorporar el concepto de aprovechamiento residual, de igual manera considerar algunas condiciones de requisitos mínimos Guía de construcción sostenible para ahorro de agua en el apartado 3.3.7.

De igual manera en su numeral 2, se plantea el uso de un código que justifique o indique la "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria", la cual debe derivar del dimensionamiento del diseño y demanda del sistema de ACS expuesto en el capítulo 10.8, y lo conformado en la Guía de construcción sostenible para ahorro de agua en el apartado 3.3.7.

De acuerdo al IT 1.3.4.1.1, se establecen las condiciones generales para las exigencias de seguridad en generación de frio y calor, en esta se encuentra un vacío en la nomenclatura y referenciar las normas pertinentes mencionadas en el borrador (en los índices 5 y 6).

De acuerdo al IT 1.3.4.1.2.1, en el numeral 2 se referencia erróneamente la norma que establece excepciones en salas de máquinas, debido a que no se cuenta actualmente con esta.

- Para la instrucción técnica de salas de máquinas en la normatividad española se contempla tres características para no contemplar consideraciones las salas de máquinas, las cuales son: que contemple equipos cuya suma de potencia sea inferior a 70kW, los recintos con generadores de aire caliente, tubos radiantes de gas o aparatos y que cumplan con la norma UNE-EN 13410 y los equipos de acondicionamiento térmico que estén diseñados para ambientes exteriores.

De acuerdo al IT 1.3.4.1.2.3, en el numeral 5, 8 y 9 se referencia erróneamente la norma que estable de requisitos de Salas de máquinas con generadores de calor a gas.

De acuerdo al IT 1.3.4.1.2.7, de ventilación de salas de máquinas, en el numeral 4.1, se observa que en comparativa a la norma española se especifica la ubicación, tipo de enclavamiento y funcionamiento del ventilador, de igual forma en el numeral 5.2, se cuenta en el borrador con una envolvente de IP-55 en lugar de IP-33, se debe verificar bajo qué características contempla estas dos.

De acuerdo al IT 1.3.4.1.2.8, en el numeral 3, se puede indicar criterios o condiciones como por las cuales no es posible realizar un sistema de ventilación natural, por tanto, se realizará un sistema forzado.

De acuerdo al IT 1.3.4.1.3.1, se debe considerar criterios para hacer valida la condición de salida directa, como se mencionan en la normativa española *"en las instalaciones térmicas de viviendas unifamiliares; 2. En las instalaciones térmicas de edificios existentes que se reformen, con las circunstancias mencionadas en el apartado d), cuando se instalen calderas individuales con emisiones de NOx de clase 5"*.

De acuerdo al IT 1.3.4.1.3.2, del diseño y dimensionado de chimeneas, en los numerales 5 y 9, es necesario que el Ministerio de Minas y Energía de una normativa más específica sobre chimeneas aplicable para Colombia, propio del Reglamento Técnico de Calderas.

De acuerdo al IT 1.3.4.1.3.3, para la evacuación por conducto con salidas externas a la edificación, se debe consideraren en aparatos de tipo estanco en su numeral 2 - a1, que los tubos de escape deban sobresalir del muro o fachada, o si es necesario se deba justificar claramente que no representa algún tipo de riesgo.

De acuerdo al IT 1.3.4.1.4, se debe contemplar la capacidad de almacenamiento del biocombustible y si es necesario cumplir con un valor máximo o un mínimo del mimo dependiendo del uso de este dentro de la edificación.

De igual manera en el numeral 7, para la prevención de incendios se referencia la norma americana NFPA en general, por consiguiente, se debe evaluar por parte del Ministerio si estas normas son homologables para Colombia y contemplar algunos requisitos de la NSR - 10.

De acuerdo al IT 1.3.4.2.5 y 1.3.4.2.6, en donde se menciona los circuitos cerrados y dilatación, se debe considerar por parte del Ministerio realizar un estudio o referir alguna norma existente en donde se expongan y relaciones, lineamientos o criterios de diseño de los equipos de seguridad para estos casos.

Para IT 1.3.4.2.10.1 e IT 1.3.4.2.10.3, en lo referente a conductos de aire se observa una deficiencia concerniente a la forma de citar las normas de los fabricantes SMACNA (Asociación Nacional de los Fabricantes de Chapa y Aire Acondicionado) para este tipo de aplicación, la cual debe contemplarse y evaluar su incidencia en Colombia.

Para la instrucción técnica de tratamiento de agua el borrador no es muy claro al momento de referenciar o definir algunos pimientos a seguir, por consiguiente al realizar una

comparativa a lo establecido en España, en la cual se describe la importancia de la prevención de la corrosión e incrustaciones calcáreas en las instalaciones descrito en las normas UNE-EN 12502-2, UNE-EN 12502-3 y UNE 112076 IN, al igual de disponer del informe UNE 112076 IN, en este se describe aspectos básicos, tipo de corrosión y el mantenimiento que se debe seguir.

- De igual medida en lo concerniente a protecciones contra incendios se debe contemplar los requisitos expuestos en la NTC-10 que anteriormente se describieron, así como contemplar algunas recomendaciones españolas, como la implementación de correctores de compuertas cortafuegos los cuales conectaran el marco de la compuerta con el elemento delimitador, evitar en cualquier instancia la *"instalación de compuertas, de cualquier tipo, en conductos de extracción de aire de aparcamientos, de evacuación de humos de cocinas y de evacuación de productos de la combustión"* [20].

De acuerdo al IT 1.3.4.4.4, se debe mencionar que norma (INCONTEC) aplica para la señalización de seguridad de utilización.

De acuerdo al IT 2.2.2.1, en las pruebas de estanquidad de las redes de tuberías se podrá disponer de normas que contemplen pruebas que varíen según el tipo de fluido circulante por la tubería, de igual medida se observa que el numeral no es claro al momento de referirse a normas ASHRAE.

De acuerdo al IT 2.2.5.1, se deben realizar o referenciar un estudio por parare del ministerio sobre Preparación y limpieza de redes de conductos, especificando condiciones o parámetros para el numeral 2.

- Para las intrusiones técnicas de exigencias de montaje, mantenimiento y uso, e inspección, la norma española cuenta con tres diferentes guías que servirán como base para la correcta preparación, elaboración y control de estas tres instrucciones.

En general se observó dentro de del borrador propuesto al Ministerio de Minas y Energía, una serie de inconvenientes al momento de referir algún tipo de normativa o guía de seguimiento con respecto a algún requerimiento técnico, esto debido a que al momento de referenciarlas solamente se nombra la institución que pueden o no tener alguna normativa de acuerdo al requisito; por consiguiente, se observa un vacío normativo.

De igual manera se referencia dentro del documento el Reglamento Técnico de Calderas, el cual todavía ha entrado en vigencia en el país y actualmente.

Tabla 16. Comparativa normatividad colombiana y española.

Colombia	España
a. Documentación reconocida por el RITE.	
❖ Guía construcción sostenible para ahorro de agua y energía - Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. ❖ Protocolo de verificación para sistemas ingenieriles de ventilación natural en climas ecuatoriales - Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS).	18 guía en climatización para edificaciones – IDEA.
b. Documentación técnica para soporte del proyecto	
	❖ UNE 157001 - Criterios Generales para la elaboración de proyectos. ❖ Manual de Uso y Mantenimiento.
c. Confort térmico	
	❖ UNE-EN ISO 7730. ❖ Informe CEN CR 1752. ❖ ASHRAE 55.
d. Zona ocupada.	
❖ NSR-10	❖ UNE EN 13779
e. PPD, porcentaje previsto de descontento dentro de una zona ocupada.	
	❖ Informe CR 1752. ❖ UNE-EN ISO 7730 y CR 1752. ❖ Normas de confort térmico
f. Sistemas de control y buenas practicas	
	❖ UNE-EN 15251.
g. Exigencias de calidad de aire.	
❖ Resolución 4445 de 1996. ❖ Resolución 601 de 2006. ❖ Decreto 979 de 2006. ❖ NTC 3704. ❖ NTC 5880.	❖ UNE-EN 13779. ❖ Informe CR 1752 del CEN. ❖ UNE-EN 13779. ❖ ASHRAE 62.1. ❖ UNE 100173.
h. Ambientes térmicos calurosos y sistemas de control.	
	❖ UNE-EN 12515 y 27243.
i. Filtros de aire	
❖ NTC 3763.	❖ UNE-EN 779. ❖ UNE-EN 13053.
j. Ventilación en viviendas.	
	❖ UNE-EN 13141.
k. Registros de inspección de los conductos	
	❖ UNE-ENV 12097.

l. Seguridad	
❖ NTC 5852. ❖ NTC 5315.	
m. Reglamento Técnico de Calderas	
❖ En estudio.	❖ Implementado.
n. Sala de maquinas	
	❖ UNE-EN 12502-2 ❖ UNE-EN 12502-3 ❖ UNE 112076 IN

Fuente: elaboración propia.

11. ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL BORRADOR PROPUESTO DEL RITE.

Teniendo como referencia la reglamentación existente para el sector eléctrico RETIE, RETILAP y RETIQ, expedidos por el Ministerio de Minas y Energía se establecerán el contenido mínimo y necesario que se debe tener con respecto al reglamento de instalaciones térmicas.

Correspondiente el contenido mínimo se observa dentro de la propuesta del RITE lo siguiente:

Tabla 17. Contenido mínimo y necesario presente en el borrador

Borrador RITE	Contenido general
PARTE I. **CAPÍTULO I.** **Objetivo, ámbito de aplicación, responsabilidad de su aplicación y términos y definiciones.** Considerar el reordenamiento de: contenido RITE, remisión normas, documentos reconocidos, otra reglamentación aplicable. **CAPÍTULO III, Condiciones Administrativas.**	Valorar el cambio del título de ámbito a campo de aplicación, en igual medida abarcar los diferentes agentes que intervienen en este (personal, equipos, exclusiones e instalaciones). Ordenar el contenido de términos y decisiones, para que esté dentro de los primeros artículos y no se referirá al apéndice 1. Falta una lista de acrónimos y sistemas de unidades. Los límites que se establecen al capítulo 3 que hacen referencia a la capacidad de la instalación deben estar en el capítulo de alcances.
CAPÍTULO II, Exigencias técnicas. **CAPÍTULO IV, Condiciones para la ejecución de las instalaciones térmicas.** CAPÍTULO V, Condiciones para la puesta en servicio de la instalación. CAPÍTULO VI, Condiciones para el uso y mantenimiento de la instalación. CAPÍTULO VII, inspección. CAPÍTULO VIII, Empresas instaladoras y mantenedoras. CAPÍTULO IX, Régimen sancionador. CAPÍTULO X, Comisión Asesora.	Capitulo tres tendrán su análogo a los requisitos preliminares para la clasificación del proyecto. Se deberán considerar las observaciones, descritas posterior a la tabla 17.
PARTE II. Instrucciones técnicas IT1: diseño y dimensionado, exigencia de eficiencia energética y exigencia de seguridad.	Los requerimientos se la instalaciones se establecen por medio de instrucciones técnicas IT, se deben contemplar estos como capítulos y artículos.

Instrucciones técnicas IT2: montaje. Instrucciones técnicas IT3: mantenimiento y uso. Instrucciones técnicas IT4: inspección.	Falta demostración de conformidad de la instalación según normas nacionales e internacionales. Falta capitulo concerniente a la entidad encargada de la revisión y actualización.
APÉNDICE 1: términos y definiciones. APÉNDICE 2: normas de referencia. APÉNDICE 3: conocimientos de instalaciones térmicas en edificaciones. APÉNDICE 4: grupo técnico.	Reordenamiento de los apéndices dentro del documento, como es el caso de los términos y definiciones.

Fuente: elaboración propia.

Las características de contenido presentes en el borrador del Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas RITE y en comparación a la demás reglamentación nacional, se cuenta con las siguientes observaciones:

- Para el capítulo 1, se encuentra una información que no es del todo relevante, debido a que se mencionan artículos como *contenido del RITE* y *remisión de normas y otra reglamentación aplicable*, y teniendo en cuenta que estos serán abordados posteriormente en las especificaciones de cualquier requisito, se muestra redundante.
- En la misma medida para el artículo 8 *términos y definiciones*, se deberá considerar no referenciar el apéndice 1, si no en lugar de esto abarcar las definiciones en este mismo artículo.
- Para el capítulo 3 de *consideraciones administrativas* se deberá contemplar que este sea el capítulo 2, para que posteriormente pueda dar lugar a un capítulo titulado *Exigencias técnicas* generales y que en el cual se sugiere que contemple los capítulos posteriores del capítulo 1 hasta el capítulo 6, esto debido a que toda instalación térmica deberá cumplir con exigencias de ejecución y puesta en servicio mínimos sin importar el nivel de potencia nominal que maneje el proyecto.
- Para los capítulos 7 *inspección*, 8 *empresas instaladoras y mantenedoras*, y 9 *régimen sancionador*, se deberá contemplar su modificación ya que no son claros, en la misma medida se debe resaltar que estos son de competencia del Subsistema Nacional de la Calidad-SICAL y este debe diseñar el plan de acción para las mismas. Por esta razón se

debe contar con un capitulo que contemple los capítulos mencionados del borrador, haciendo alusión a la vigilancia, control y vigencia en las instalaciones.

- Para los apéndices mencionados en el borrador se debe poner dentro del capítulo 1, el apéndice 1, en el cual se mencionan y describen las definiciones y términos que se necesitan para entender con claridad el documento.
- De igual manera dentro de los demás apéndices se describen las normas que sirvieron de referencia y conceptos de conocimientos previos al momento de observar el reglamento; se considera que no son relevantes para el objetivo específico del mismo.

12. ANALISIS DE RESULTADOS.

Dentro de las actividades para la determinación de la necesidad y la evaluación del borrador del Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas en Edificaciones, se observó una serie de consideraciones relacionados a estos dos factores.

Dentro del capítulo 6, se observa la necesidad y obligación del estado colombiano en cabeza del Ministerio de Minas y Energía de incentivar el diseño y la implementación de buenas prácticas en el uso racional de la energía eléctrica en equipos e instalaciones referentes al acondicionamiento térmico y de agua sanitaria en las edificaciones, así como también establecer y nombrar reglamentación que se deberá contemplar para calidad de aire y requisitos de seguridad e higiene en las piscinas, esto justificado a partir del marco legal Colombiano en este capítulo, la guía de construcción sostenible para ahorro de agua y energía expuesto en el capítulo 6 y plan de acción PROURE expuesto en el capítulo 9, en donde se abarco la temática de cargas térmicas para los sectores terciarios y residenciales, siendo estos los principales focos de acción del RITE; dejando este una serie de consideraciones que son de conformidad al reglamento, estas mencionadas en la tabla 8.

De igual medida dentro de los temas abordados en los capítulos 7, 8 y 10, se describió una serie de reglamentaciones y normatividad no solamente colombiana relacionada al condicionamiento térmico, sino que también Española, esta última teniendo una serie de guías para el correcto desarrollo del diseño, dimensionamiento, simulación, instalación y mantenimiento de las ACS y las instalaciones térmicas; también se a bordo de forma clara estándares internacionales como ASHRAE y sus diferentes normas relacionadas a ventilación, calidad de aire y confort térmico, así como también de estudios desarrollados nacionalmente para el procedimiento para identificar si es o no viable implementar ventilación natural dentro de cualquier edificación que cubra el reglamento.

Cabe resaltar que según lo desarrollado en el capítulo 7 en el caso colombiano debe tenerse una carta psicométrica más específica y detallada para poder determinar con mayor veracidad el confort térmico según la zona climática en la que se encuentre la edificación, o disponer de un estudio donde según la ubicación (municipal) de la edificación se tenga un valor específico para este.

Así mismo dentro del capítulo 10, se da una introducción a los temas básicos y necesarios que se deben contemplar con mayor profundidad el en Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas, los cuales consistieron en la identificación con ayuda de la Norma de Sismo Resistencia NSR-10 del tipo de edificación que deberá contemplar el reglamento y los requisitos de seguridad estructurales que se deben tener en cuenta para los equipos o elementos pertenecientes a una instalación térmica, determinación el confort térmico según del tipo de la edificación y las actividades que se realicen en el mismo, identificar y cuantificar variables que intervienen en este proceso, basándose en la normas nacionales e internacionales (ANSI/ASHRAE 55), también se abordó las herramientas computacionales que facilitan el dimensionamiento y diseño de la instalación, estas abordadas por la guía de procedimientos y aspectos de la simulación de instalaciones térmicas en edificios de España, describiendo las principales variables que intervienen en este proceso, mencionar y dar claridad del cómo se compone un sistema de agua caliente sanitaria al igual de algunas recomendaciones principales dictadas por la normatividad Española y finalmente se buscó dar una serie de variables que deben ser identificadas según el protocolo de ventilación natural, los cuales deberán ser realizados previamente al diseño del sistema de acondicionamiento de aire en la edificación, para que obtenga un menor consumo de energía eléctrica producto a los equipos de aire acondicionado, ventilación, calefacción y ventilación. De igual forma dentro del capítulo 10, se establecieron una serie de aportes conformes a cada temática abordada.

De igual manera se observó la importancia para el correcto uso de las instalaciones térmicas, es contar con un buen sistema o metodología de *Commissioning*, correspondiente a la procedimiento correcto de operación y que no solamente deberá cubrir lo concerniente a la ventilación natural, si no, todos los sistemas de control en donde se pueda contar con un operador adecuando el sistema bajo ciertas características.

Para el capítulo 10, se establece algunas recomendaciones al borrador propuesto, que deberán ser evaluados y abordados en lo concerniente al contenido introductorio y requisitos técnicos de las instalaciones térmicas, en estas recomendaciones predomino la falta de argumentación normativa en algunos requisitos que dictaban el seguimiento de normas que no han sido elaboradas en el país, como es el caso del Reglamento Técnico de Calderas, el cual es referenciado para algunos requisitos técnicos de generadores de calor y ACS, de igual manera se

referencia instituciones como la UPME para citar requerimientos en cuanto a generadores de calor por radiación, aparatos de gas, requisitos de ventilación, detectores de fuga de gas y requisitos exigibles a las salas de máquinas con generadores de calor, que no corresponden a su labor. Para la evaluación y descripción de las recomendaciones a tomar sobre el RITE se basó al reglamento actual bajo el mismo nombre en este país.

Por último, se evaluó la estructura del documento RITE, debido a que en el borrador se encuentra algunas temáticas que no son el objetivo del mismo, como es el caso del capítulo 1 al 9 y los apéndices presentes en donde se explica conceptos generales que se deben tener al momento de hablar de instalaciones térmicas, esto descrito en el capítulo 11.

13. RESULTADOS ALCANZADOS.

Durante el desarrollo de la pasantía realizada en el Ministerio de Minas y Energía se puedo llevar a cabo el objetivo principal de la elaboración de un documento base en donde se pudieran identificar factores y requisitos que debe contemplar el Reglamento Técnico de Instalaciones Térmica en Colombia, teniendo tres puntos de observación:

El primero de ellos se caracterizó en realizar una revisión bibliográfica y técnica con base a normas nacionales e internacionales, así como también de reglamentación colombiana, sobre eficiencia energética en edificación; logrando comprender la importancia en la actualidad del uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

De igual manera se pudo definir y justificar por medio de leyes, decretos, resoluciones y planes de acción, la necesidad de que el Ministerio de Minas y Energía elabore y de visto bueno para la elaboración del RITE, para el mejoramiento de la eficiencia energética, seguridad, confort e higiene de las personas.

El segundo punto de observación se centró en el estudio y primeras observaciones de la propuesta del RITE en Colombia; teniendo en cuantos aspectos técnicos, valores y especificaciones técnicas de los diferentes equipos que componen este tipo de instalaciones, de igual medida contribuir con aportes que se deberán considerar como ventilación natural.

El tercer punto se valoró la organización estructural del borrador propuesto del RITE, teniendo como referencia los diferentes reglamentos técnicos expedidos por el Ministerio de Minas y Energía; al igual que citar algunas consideraciones a tomar en cuenta con diferentes puntos específicos dentro de la propuesta.

14. EVALUACION Y CUMPLIMIENTO.

La pasantía realizada en el Ministerio de Minas y Energía, se desarrolló en la división de Energía Eléctrica en la parte de reglamentos técnicos (RETIE, RETILAP y RETIQ), en donde se busca el diseño, seguimiento y actualización de los mismos; así como también evaluar la viabilidad para la implementación de nuevos requisitos técnicos que ayuden a fomentar en el país el uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

Las actividades desarrolladas dentro de la pasantía se caracterizaron en tres factores, estas en torno a la determinación de la viabilidad de la propuesta del Reglamento Técnico de Instalaciones térmicas RITE, a partir del borrador sugerido por el sector privado al Ministerio de Minas y Energía.

El primer factor consistió en la documentación e inducción con los temas relacionados a reglamentación técnica en el país, marco legal para el uso racional y eficiente de la energía, y estudios elaborados sobre cargas térmicas a nivel nacional e internacional, además como parte de este primer factor se asistió a dos charlas dictadas por ACAIRE, en las cuales se habló sobre nuevas tendencias en climatización en edificaciones y el amoniaco como una alternativa rentable y sostenible ambientalmente como refrigerante a nivel industrial.

El segundo factor consistió en la redacción del documento fruto de la investigación desarrollada en el primer factor, en donde se busca que el RITE abarque temas de actualidad conforme a las exigencias nacionales concernientes a cargas térmicas, en esta medida se abarcaron dos objetivos los cuales consistieron en proponer temas que debería abarcar el reglamento, estudios necesarios que se deben desarrollar previamente y comentarios del estado actual del borrador propuesto.

El tercer factor consistió en el acompañamiento al ingeniero Luis Fernando López a cargo de la pasantía, en reuniones con empresas del sector privado relacionadas a tecnologías de acondicionadores de aire industrial y domiciliario, estas reuniones consistieron en la socialización y modificaciones que se adelantaron en el presente año en el nuevo reglamento técnico RETIQ.

Estos tres factores constituyeron las actividades y deberes desarrolladas dentro de los seis meses de la pasantía, con estos de igual manera se dio cumplimiento a los tres objetivos planteados en el proyecto, teniendo en cuenta que se encontraron algunas limitaciones en cuento a la disponibilidad de normatividad relacionada a cálculos de acondicionamiento térmico como lo son normatividad ASHRAE, NTC, AHRI, ANSI/IEC y UNE-EN, debido a que no eran de libre acceso.

15. CONCLUSIONES

Dentro del desarrollo de la pasantía para la determinación de la necesidad y la viabilidad del reglamento técnico de instalaciones térmicas, se pudo llegar a concluir a partir de los diferentes capítulos del presente documento lo siguiente:

Según lo expuesto en el marco legal Colombiano y el plan de acción PROURE es necesario implementar medidas de uso racional y eficiente de la energía en cargas térmicas para los sectores terciarios y residenciales, por medio de diferentes alternativas que cubran a los equipos y a toda la instalación de acondicionamiento de aire en general, por ello es necesario acatar las recomendaciones expuestas en el PROURE de general el Reglamento de Instalaciones Térmicas en edificaciones.

Dentro de la comparativa del borrador con la normatividad española se encuentra varias falencias, ya que esta última presenta documentos complementarios que ayudan como guías para poder dimensionar, diseñar, usar y mantener las instalaciones térmicas bajo estándares de eficiencia energética y que el Ministerio de Minas y Energía deberá tomar a consideración realizar procedimientos o metodologías similares.

De igual manera se tiene que profundizar en estudios ambientales de zonificación climática, dirección y magnitud de vientos para que sea más certero el estudio de confort térmico en la edificación; de igual medida se deben plantear estudios o normatividad referente a generadores de calor por radiación, aparatos de gas, requisitos de ventilación, detectores de fuga de gas y requisitos exigibles a las salas de máquinas con generadores de calor, debido a que en el documento no son precisos, en este mismo aspecto se tiene que mejorar la estructura de los requisitos técnicos al referirse a una norma ya que no se establece el nombre especifico de esta.

Por último, se observa y que el borrador propuesto del RITE ante el Ministerio de Minas y Energía debe ser modificado y reestructurado con mayor detenimiento, contemplando que faltan algunas consideraciones mencionadas en el capítulo 10 y 11, así como también de normatividad, reglamentos y estudios que ayuden a soportarlo y complementarlo.

REFERENCIAS

[1] Ministerio de Industria, Energia y Turismo, Reglamento de Intalaciones Termicas en los Edificios, Madrid, 2013.

[2] Congreso de la Republica Colombiana;, LEY 1715 DE 2014, 2014.

[3] Congreso de la Republica Colombiana, LEY 697 DE 2001, 2001.

[4] ASHRAE, Estandares, Condiciones de ambiente termico para ocupacion humana, Atlanta, 2010.

[5] Congreso de la republica de Colombia, DECRETO 3683 DE 2003, 2003.

[6] Congreso de la republica de Colombia, DECRETO 2501 DE 2007.

[7] Congreso de la republica de Colombia, RESOLUCION 41286 DE 2016, 2016.

[8] Congreso de la republica de Colombia, LEY 1209 DE 2008, 2008.

[9] Congreso de la republica de Colombia, RESOLUCION 1510 DE 2011, 2011.

[10] Ministerio de Industria, Energia y Turismo, Documento basico HE, ahorro energetico, 2013.

[11] Guia de construccion sostenible para el ahorro de agua y energia electrica, 2015.

[12] RECIEE, Boletin, trabajo en red para fomentar la efiiencia y gestion energetica en Colombia, 2017.

[13] UPME, Plan de accion indicativo de eficiencia energetica 2017-2022, 2017.

[14] Congreso de la Republica de Colombia, Norma de Sismo Resistencia.

[15] Ministerio de Medio Ambiente y Desarro Sostenible, inventario nacional de equipos de refrigeración y aire acondicionado que se importan, producen e instalan en el país, y de las sustancias refrigerantes contenidas en estos, tales como HCFC, HFC y sustancias

alternativas (amoniaco, dióxido de carbono, HIDR, 2017.

[16] CCCS, Consejo Colombiano de Construccion Sostenibl, Protocolo de Verificacion para sistemas ingenieriles de ventilacion natural en climas Ecuatoriales, Bogota, 2015.

[17] ASHRAE, Estandares, Commissioning Process For Buildings and Systems.

[18] Ministerio de Industria, Energia y Turismo, Guia tecnica: procedimiento y aspectos de la simulacion de instalaciones termicas en edificios.

[19] Ministerio de Industria, Energia y Turismo, Guia tecnica: Agua Caliente Sanitaria Central.

[20] Ministerio de Industria, Energia y Turismo, Comentiarios RITE, España , 2007.