Rama Judicial
Consejo Superior de la Judicatura
República de Colombia

Guía de eficiencia energética
para sistemas de iluminación y sistemas de climatización en edificios pertenecientes a la Rama Judicial

Contenido

1. Introducción 3
1.1 Objetivo general 6
1.2 Objetivos específicos 6

2. Sistemas de iluminación 11
2.1 Fundamentos y marco normativo 11
2.1.1 Retie 11
2.1.2 RETILAP 11
2.2 Iluminación de alta calidad 12
2.2.1 Selección de tecnologías y sistemas 12
2.2.2 Uso de luminarias de alto rendimiento 13
2.2.3 Sistemas de control y uso de sensores 13
2.2.3.1 Selección de sensores 14
2.2.4 Condiciones eléctricas 15
2.2.5 Arquitectura e iluminación 16
2.3 Estrategias de implementación 17
Oficinas cerradas: 17
ESPACIOS ABIERTOS: Actividad visual baja. 20
2.3.1 Instalación Nueva, expandida a o modernizada 20
2.3.2 Renovación Total 20
2.4 Análisis financiero 21
2.5 Seguimiento y control 23
2.5.1 Mantenimiento 23
2.5.2 Monitoreo y Verificación del Desempeño 23
2.5.3 Gestión ambiental y disposición de residuos 24

3. Sistemas de climatizacion 24
3.1 Marco normativo y parámetros de diseño obligatorios 24
3.1.1 Regulación Nacional de Cumplimiento Obligatorio: 24
3.1.2 RETSIT 24
3.1.4 NTC 2050 24
3.1.4 ASHRAE 25
3.1.5 Etiquetado equipos RETIQ 25
3.2 Parámetros de Diseño 28
2,2,1 Consideración arquitectura y espacio 30
Cubierta 30
Muros 31
Ventanas 32
3.2.2 Tecnologías y sistemas 36
3.2.2.1 Mini Split 38
3.2.2.2 Sistemas de Flujo de Refrigerante Variable (VRF) 39
3.2.3 Unidades Paquete (Rooftop) de Ultra-Alta Eficiencia 40
3.3 Selección de refrigerantes 40
3.4 Condiciones infraestructura 41
3.5 Análisis de costo de vida 43
3.6 Seguimiento y control 43
3.6.1 Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo 43
3.6.2 Monitoreo y verificación del desempeño 44
3.6.3 Gestión ambiental y disposición de residuos 44

4. Aseguramiento del rendimiento: entrega y operación 45
4.1 Puesta en marcha (Comisionamiento) 45
4.2 Protocolos de operación, control y monitoreo 46

1. Introducción

La Rama Judicial de Colombia ofrece información y servicios relacionados con la administración de justicia en el país. En el marco de su compromiso con el cumplimiento de la normativa ambiental y energética, establecido en el Plan de Gestión Eficiente de la Energía, busca incorporar dentro de sus políticas institucionales criterios de eficiencia energética y sostenibilidad, aplicables tanto a proyectos nuevos como a edificaciones existentes.

En este contexto, la presente guía se alinea con lo estipulado en la Resolución 0194 de 2025, emitida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, la cual define los parámetros y lineamientos para la construcción sostenible en Colombia, con énfasis en el uso eficiente de la energía y el ahorro de agua en edificaciones nuevas.

A nivel nacional, también se toma como referencia la Guía de Compras Públicas Sostenibles, que incluye esquemas de Especificaciones Técnicas y Planes de Control de Calidad (CPS) en el ámbito de la contratación pública. Esta guía tiene como objetivo orientar a los diferentes actores involucrados en la definición de requisitos técnicos y en la planificación de controles, asegurando que los productos y servicios adquiridos cumplan con normatividad, los estándares de calidad y sostenibilidad.

La guía aborda aspectos clave como:

- La estructuración adecuada de especificaciones técnicas.
- La inclusión de criterios ambientales y sociales.
- La definición clara de parámetros para la evaluación y supervisión de contratos.

Además, resalta la importancia de integrar principios de sostenibilidad ambiental en todas las fases del proceso de contratación, desde la planeación, ejecución y puesta en funcionamiento, promoviendo una gestión pública más responsable y eficiente.

VIDA ÚTIL.	Fichas con especificaciones de garantía, durabilidad o vida útil del bien
CICLO DE VIDA.	Certificaciones de extracción y procedencia de las materias primas. Cumplimiento de normas específicas. Carta de representante legal.
CAMBIO EN EL USO DE MATERIALES.	Comunicación del representante legal con la manifestación de cumplimiento de las normas o la sustitución de sustancias o materiales peligrosos
SUSTITUCIÓN DE SUSTANCIAS O MATERIALES PELIGROSOS.	Fichas especificando la composición del bien. Especificaciones de producción sin uso de materiales peligrosos. Carta del representante legal certificando la sustitución. Pruebas de laboratorio
POTENCIA DE RECICLAJE.	Fichas técnicas del bien; certificados de procedencia de las materias primas, o pruebas de laboratorio.
USO EFICIENCIA DE RECURSOS.	Certificaciones de disposición final o declaración del venddor, distribuidor o proveedor.

Gráfico 1. Criterios del proceso de compras sostenibles. Fuente: Guía de Compras Públicas Sostenibles con el Medio Ambiente..

Adicionalmente, el presente documento incorpora las recomendaciones contempladas en el Acuerdo PSAA14-10160 que implementa el Plan de Gestión Ambiental de la Rama Judicial a nivel nacional destacando los siguientes artículos:

- **Articulo 05:** Compras verdes.
- **Artículo 26:** Sustitución por luz natural. Se promoverá el uso de luz natural y la reducción del uso de iluminación artificial en espacios donde sea posible.
- **Articulo 27:** Promover conciencia en apagado de equipos.
- **Artículo 28:** Instalación de paneles solares en sedes propias, cuando sea técnica y económicamente viable.
- **Artículo 29:** Implementación de interruptores por localización y sensores de movimiento en áreas específicas de las sedes judiciales.
- **Artículo 30:** Adquisición de equipos y electrodomésticos con sistemas de ahorro de energía.
- **Artículo 31:** Programación de equipos para optimizar su uso energético.

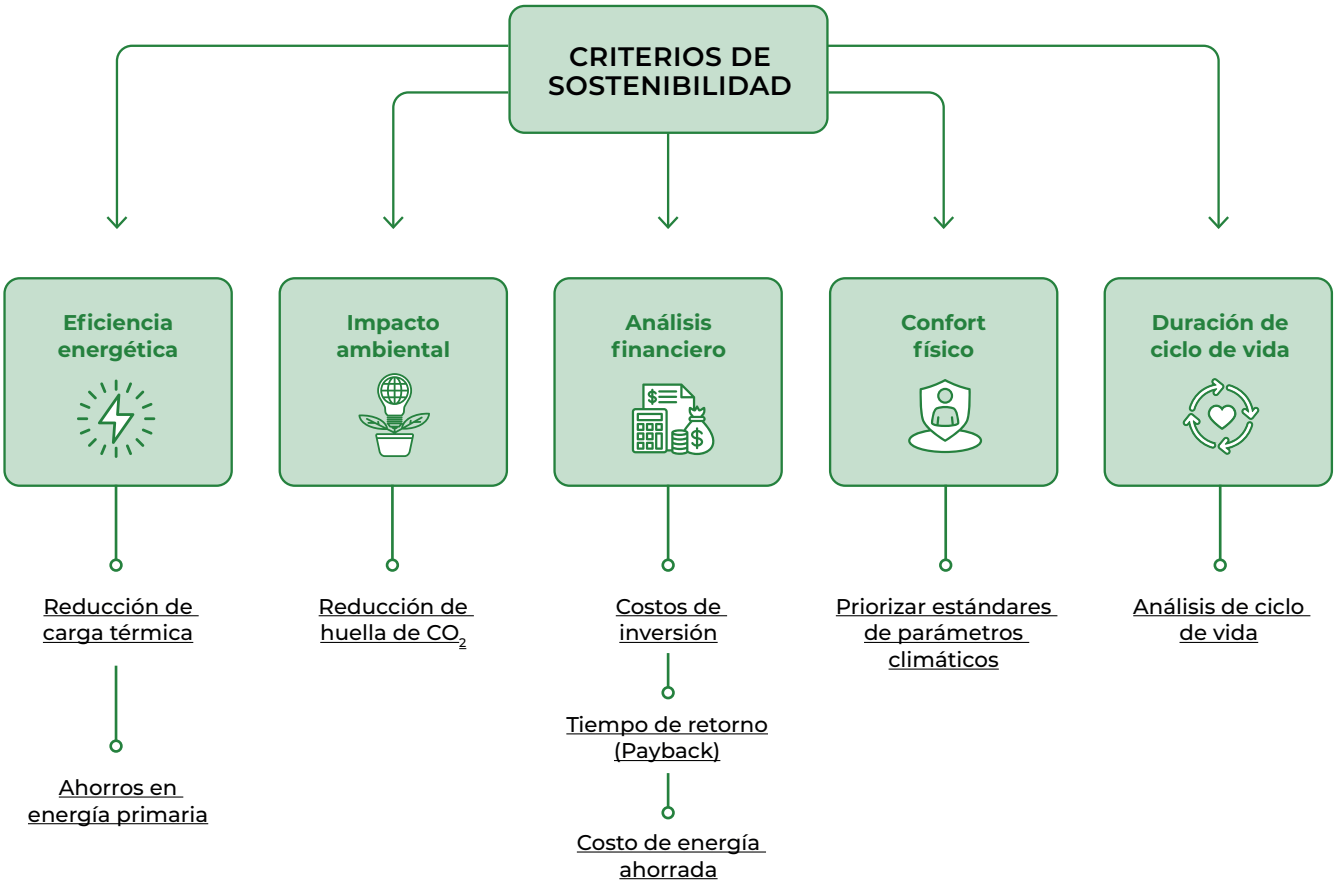


Gráfico 2. Criterios sostenibilidad en infraestructura DEAJ.

Con base en estos lineamientos, surge la necesidad de formular una **Guía de eficiencia energética para sistemas de iluminación y sistemas de climatización en edificios pertenecientes a la Rama Judicial.**

Esta guía tiene como propósito establecer criterios técnicos que orienten el desarrollo de proyectos con enfoque en eficiencia energética, garantizando así el cumplimiento de las metas e indicadores establecidos a nivel institucional.

1.1 Objetivo general

Determinar los lineamientos técnicos que deben aplicar los servidores y contratistas de la Rama Judicial en el diseño, proyección y redacción de especificaciones técnicas para los sistemas de iluminación y aire acondicionado en proyectos de infraestructura y mantenimiento tanto en sedes propias como arrendadas, asegurando el cumplimiento de criterios de calidad, sostenibilidad, eficiencia energética y normatividad vigente.

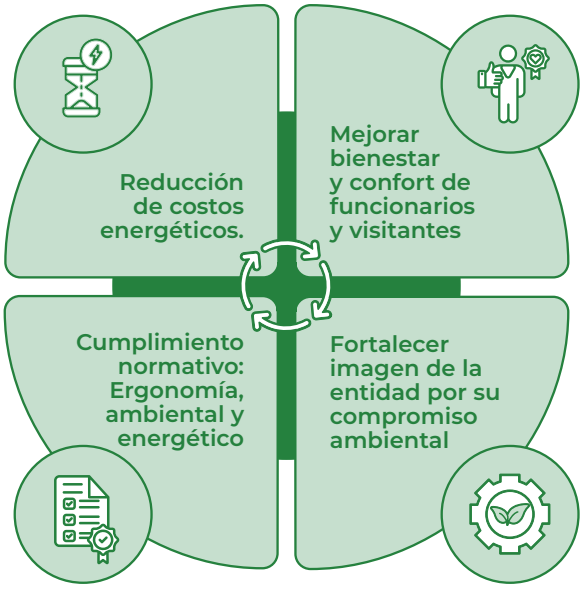


Gráfico 3. Pautas eficiencia energética en edificios.
Fuente: UT T&D ENERGY

1.2 Objetivos específicos

- Colaborar en garantizar que todos los sistemas, como iluminación y sistemas de climatización , funcionen de manera eficiente y sostenible, con el menor consumo posible, sin sacrificar el confort, la funcionalidad ni la calidad del ambiente interior.
- Promover la implementación de buenas prácticas para el ahorro energético, contribuyendo así a la protección del medio ambiente y al cumplimiento de las normativas y metas de sostenibilidad de la entidad.
- Orientar los proyectos de infraestructura, renovación y mantenimiento hacia el cumplimiento normativo y las prácticas de ahorro energético, mediante la implementación de pautas y recomendaciones dirigidas a los servidores y contratistas de la Rama Judicial responsables de diseñar, proyectar o redactar las especificaciones técnicas relacionadas con infraestructura y mantenimiento, siempre bajo criterios de calidad, sostenibilidad, cumplimiento normativo y eficiencia energética.
- Brindar oportunidades para mejorar el entorno laboral en los edificios de oficinas, optimizando la calidad de la iluminación, reduciendo el ruido ambiental, asegurando una ventilación adecuada y controlando de manera eficiente los rangos de temperatura y humedad.

GLOSARIO

TÉRMINO	DEFINICIÓN
ASHRAE	Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado. Define normas de confort térmico y eficiencia energética.
ASHRAE TC 9.9	Comité técnico de ASHRAE que recomienda condiciones ambientales óptimas para salas técnicas y de equipos informáticos.
AS BUILT	Versión final y oficial de los planos, que captura la realidad del proyecto una vez finalizado. También conocido como "Plano récord"
CAPEX	Capital Expenditure. Inversión de capital para mejorar o adquirir activos, como sistemas energéticos más eficientes.
CLASIFICACIÓN IP/ NEMA	Estándares que indican el nivel de protección que ofrece una envolvente o carcasa de un equipo eléctrico contra el ingreso de polvo, agua y otros elementos del ambiente
DESBALANCE DE CORRIENTE	Diferencia en la magnitud de la corriente entre las fases de un sistema trifásico. Este fenómeno ocurre cuando las cargas conectadas a cada fase no son iguales o están mal distribuidas, lo que genera un flujo desigual de corriente. Un desbalance elevado puede causar sobrecalentamiento en equipos, pérdidas adicionales de energía, disparos en protecciones, reducción de la vida útil de transformadores y motores, y problemas en la calidad de la energía eléctrica.
DIAGRAMA UNIFILAR	Representación gráfica simplificada de un sistema eléctrico, muestra la conexión entre equipos y tableros eléctricos.
DIMERIZACIÓN	Capacidad de variar la intensidad luminosa de una lámpara, optimizando el consumo de energía según la necesidad.
EFICIENCIA ENERGÉTICA (EE)	Relación entre la cantidad de energía usada y el resultado obtenido. Mayor eficiencia = menor energía para el mismo servicio.
EEM	Estrategias de mejora de eficiencia energética.
EMS (ENERGY MANAGEMENT SYSTEM)	Sistema de gestión energética que permite monitorear, analizar y optimizar el uso de energía en tiempo real.
ENERGÍA ACTIVA	Energía útil que realiza trabajo real como mover motores o generar calor.
ENERGÍA REACTIVA	Energía que no realiza trabajo útil, pero es necesaria para campos magnéticos.
ENERGÍA APARENTE	Combinación de energía activa y reactiva; representa la energía total demandada.

ENVOLVENTE	Conjunto de elementos que separan el interior del edificio del ambiente exterior, incluyendo muros, cubiertas, ventanas, pisos y puertas. Su función principal es controlar el intercambio de calor, aire y humedad, influyendo directamente en el confort térmico y el consumo energético del edificio.
FACTOR DE POTENCIA (FP)	Relación entre energía activa y aparente. Si es menor a 0,9, puede haber penalizaciones por parte del proveedor de energía.
FENOGE	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, creado por la Ley 1715 para financiar proyectos de EE y FNCER.
FNCER	Fuentes No Convencionales de Energía Renovable. Incluyen solar, eólica, biomasa, pequeñas hidroeléctricas, entre otras.
GANANCIAS INTERNAS/EXTERNAS	Energía térmica proveniente de fuentes internas (equipos, personas, iluminación) o externas (radiación solar, clima).
GESTIÓN ENERGÉTICA (EMS)	Energy Management System. Sistema de control y monitoreo del uso de energía para optimizar el desempeño.
HVAC	Acrónimo de Heating, Ventilation and Air Conditioning. Conjunto de sistemas encargados del confort térmico y la calidad del aire.
INERCIA TÉRMICA	Capacidad de un material o estructura para almacenar calor y liberar o absorber lentamente los cambios de temperatura, ayudando a mantener condiciones térmicas estables en el interior de un edificio.
LPD (LIGHTING POWER DENSITY)	Densidad de potencia instalada en iluminación (W/m^2). Se usa para comparar la eficiencia del sistema de iluminación.
PERFIL DE DEMANDA	Comportamiento del consumo eléctrico a lo largo del tiempo (horas, días). Permite identificar picos y valles.
POTENCIA ACTIVA (P)	Tasa a la que se consume energía activa; medida en kilovatios (kW).
POTENCIA REACTIVA (Q)	Tasa de circulación de energía reactiva; medida en kilovoltiamperios reactivos (kVAR).
POTENCIA APARENTE (S)	Suma vectorial de la potencia activa y reactiva; medida en kilovoltamperios (kVA).
PUNTO CALIENTE	Zona localizada con temperatura elevada identificada por termografía. Puede indicar sobrecarga o falla en componentes eléctricos. Según la NTC 2050 y el RETIE, los conductores con aislamiento de PVC (THW, THHN, THWN) no deben superar los 70 °C, y los dispositivos de protección no deben operar por encima de 40 °C, según IEC 60947-2
R-410A / R-22 / R-290 / HFO	Tipos de refrigerantes utilizados en sistemas de aire acondicionado. El R-22 es obsoleto por su impacto ambiental; el R-410A tiene alto potencial de calentamiento global; el R-290 (propano) y los HFO tienen bajo impacto ambiental.

RETIE / RETILAP	Reglamentos técnicos colombianos que regulan la seguridad eléctrica (RETIE) y la iluminación eficiente y segura (RETILAP).
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas en Colombia. Define requisitos de seguridad en instalaciones eléctricas.
RETILAP	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. Establece requisitos para niveles de iluminación, eficiencia y seguridad.
RETROFIT	Proceso que consiste en actualizar o modernizar equipos o sistemas existentes mediante la incorporación de nuevas tecnologías o mejoras para optimizar su funcionamiento.
SCADA	Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos, puede incluirse dentro de los EMS.
SENSOR DE LUZ DÍA	Dispositivo que regula la iluminación artificial según la presencia de luz natural, evitando el uso innecesario de energía.
SENSOR DE PRESENCIA	Activa o apaga luminarias al detectar movimiento, optimizando el uso energético en espacios desocupados.
SHGC (SOLAR HEAT GAIN COEFFICIENT)	Coeficiente de ganancia solar. Indica la fracción de energía solar que atraviesa un vidrio. Valores altos implican más calor solar que entra al interior.
TEMPERATURA DE CONSIGNA	Valor objetivo de temperatura que se programa en los sistemas HVAC. Valores muy bajos aumentan el consumo energético.
THD (TOTAL HARMONIC DISTORTION)	Distorsión armónica total. Indica interferencias eléctricas que afectan la calidad de la energía, elevan pérdidas y dañan equipos.
UPS (UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY)	Sistema de respaldo energético que proporciona energía temporal cuando falla el suministro eléctrico.
U-VALUE	Valor de transmitancia térmica. Cuantifica la cantidad de calor que atraviesa un elemento constructivo (muros, cubiertas, ventanas). Menores valores indican mejor aislamiento.
VRF (VARIABLE REFRIGERANT FLOW):	Sistema de climatización que regula el caudal de refrigerante que se distribuye a múltiples unidades interiores desde una unidad exterior, permitiendo controlar de forma independiente la temperatura de diferentes zonas.
IEEE 1159	Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality. Es una guía recomendada para el monitoreo de la calidad de la energía eléctrica. Define y clasifica fenómenos eléctricos que pueden afectar el rendimiento y la vida útil de equipos eléctricos y electrónicos, especialmente en sistemas de baja y media tensión.

KWH (KILOVATIO-HORA)	Unidad de energía activa. Representa el consumo de un dispositivo de 1 kW durante una hora. Es la base para la facturación eléctrica.
KVAH (KILOVOLTIO-AMPERIO-HORA)	Unidad de energía aparente. Combina la energía activa y reactiva en sistemas eléctricos.
KVARH (KILOVOLTIO-AMPER-REACTIVO-HORA)	Unidad de energía reactiva. Se relaciona con las cargas inductivas o capacitivas que no realizan trabajo útil.
KW (KILOVATIO)	Unidad de potencia activa. Mide la potencia real utilizada por los equipos para generar trabajo.
KVA (KILOVOLTIO-AMPERIO)	Unidad de potencia aparente. Representa la demanda total de potencia (activa + reactiva).
V (VOLTIOS)	Unidad de tensión eléctrica. Indica la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito.
A (AMPERIOS)	Unidad de corriente eléctrica. Mide la cantidad de carga eléctrica que circula por un conductor.
% (FACTOR DE POTENCIA)	Relación adimensional entre potencia activa y aparente. Indica eficiencia energética; valores cercanos a 1 son óptimos.
% (DESBALANCE DE CORRIENTE)	Diferencia porcentual entre las corrientes de cada fase en sistemas trifásicos. Valores superiores al 5 % afectan el rendimiento de los equipos.
°C (GRADOS CELSIUS)	Unidad de temperatura. Se utiliza en termografías para identificar puntos calientes o sobrecargas en los componentes eléctricos.

2. Sistemas de iluminación

La presente guía tiene como objetivo proporcionar lineamientos específicos para el diseño de iluminación en sedes de la rama judicial (despacho de magistrados, despacho de jueces, sala de audiencias y archivo/centro de servicio, con base en los planos tipo solicitados y conforme con los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). La guía comprende los criterios necesarios para asegurar un entorno visual adecuado en despachos de jueces, despachos de magistrados, salas de audiencias, secretarías y demás espacios pertenecientes a la Rama Judicial, con base en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado público (RETILAP) vigente (Resolución minMinas 40150 de mayo de 2024).

2.1 Fundamentos y marco normativo

2.1.1 RETIE

El RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), Resolución MinMinas 40117 de 2024, establece los requisitos para garantizar la seguridad de las instalaciones eléctricas, incluyendo la iluminación en Colombia. Este reglamento busca prevenir riesgos eléctricos para personas, animales y el medio ambiente, asegurando que las instalaciones sean seguras y legales. En lo asociado con instalaciones de iluminación, requiere como entrada la distribución de los puntos donde se conectan las luminarias y las condiciones de carga.

2.1.2 RETILAP

El RETILAP, o Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, Resolución MinMinas 40150 de 2024, establece los requisitos técnicos que deben cumplir las instalaciones de iluminación en Colombia, tanto públicas como privadas, para garantizar seguridad, eficiencia y sostenibilidad. Este reglamento comprende el ciclo de vida de un proyecto de iluminación, desde el diseño y la construcción hasta la operación y el mantenimiento.

Elementos del RETILAP aplicables		
Reglamento	**Libro/ Sección**	**Contenido relevante sobre eficiencia**
RETILAP	Libro 2. Productos	Eficacia lumínica mínima, productos LED, selección
	Libro 3. Título 2.Instalación de Sistemas de iluminación Interior	Criterios y requisitos; Instalaciones que requieren diseño básico o diseño detallado.
	Libro 4. Evaluacion de conformidad instalaciones y productos. Título 3, apartado "Gestión de la Energía"	Verificar que las instalaciones eléctricas dispongan de un sistema que permita el uso eficiente y racional de la energía.

Gráfico 4. Lista de numerales aplicables a producto y diseño de iluminación interior del RETILAP.

Por su parte, RETILAP, es obligatorio en todas las instalaciones de iluminación nuevas, ampliadas o remodeladas (interiores, exteriores, alumbrado público). Los espacios considerados son sujeto de diseño básico según el artículo 3.1.4, dado que su área es inferior a 100 m². Si en su conjunto, la suma de distintos espacios supera los 100m² bajo el paraguas de un mismo proyecto, se deben seguir los lineamientos establecidos en el artículo 4.3.3. [1]

2.2 Iluminación de alta calidad

2.2.1 Selección de tecnologías y sistemas

La planificación de un proyecto de iluminación, debe incluir pautas de validación técnica y económica, tal como se muestra a continuación:

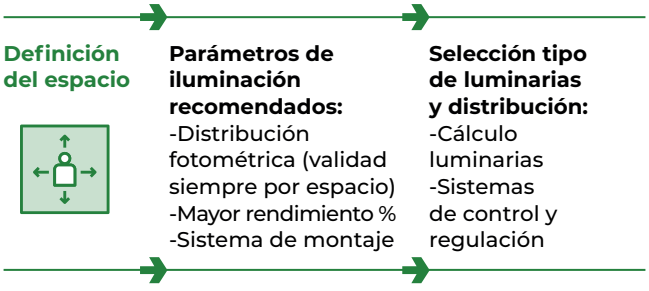


Gráfico 5. Planificación de un proyecto de iluminación eficiente. Fuente: UT T&D Energy

Es importante tener en cuenta que las instalaciones deben incluir cálculos que se alineen a los indicadores energéticos definidos en la auditoria energética de 2025.

Zona	Densidad de potencia instalada (LPD, W/m²)	
	Aceptable	Objetivo
Oficinas privadas	7,5	4,5
Oficinas abiertas	6	3,6
Cafetería	3,9	2,3
Baños	8	4,8
Salón de clases	7,7	4,6
Juntas/reuniones	9,5	5,7
Pasillos	4,8	2,9
Cuarto técnico	7,6	4,6
Archivos ≤4,6 m²	5,2	3,1
Archivos≥13,9 m²	3,8	2,3
Ascensor	6,3	3,8
Recepción	8,6	5,2

Gráfico 6. Indicadores energéticos para iluminación según auditoria energética 2025. Fuente: T&D ENERGY

1 En cuanto a RETIE, todas las obras de la Rama Judicial deben dar cumplimiento de implementación a nivel técnico y documental, dentro del alcance establecido en el mismo, y bajo la consideración de requerir diseño básico o esquema constructivo. Es importante tener en cuenta que se debe garantizar la protección de los riesgos eléctricos de los ocupantes, teniendo en cuenta que las instalaciones eléctricas mal ejecutadas o sin cumplir RETIE pueden provocar: Choque eléctrico, incendios de origen eléctrico, cortocircuitos y daños graves a equipos. Estos riesgos deben incluirse dentro la Responsabilidad penal o civil de los contratistas o instaladores en caso de accidentes atribuibles a negligencia por incumplimiento, según establece el régimen del reglamento.

2.2.2 Uso de luminarias de alto rendimiento

La recomendación de los productos se hace con base en una decisión adoptada en criterios técnicos que implican en el mediano y largo plazo, menores costos de operación, de mantenimiento y de inventario, a saber:

- Menor costo de ciclo de vida (LCCA).
- Menor densidad de potencia de iluminación, es decir, W/m^2 (indicador asociado con un menor consumo de energía eléctrica para un edificio o espacio iluminado; se asocia con el VEEI – Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de iluminación). Se puede asociar indirectamente con menor calibre de conductores, canalizaciones y medios de desconexión para las redes que los alimenta)
- Mayor vida útil declarada con base en el mantenimiento del flujo lumínico (L70)[2],
- Mayor garantía del producto (asociado con la calidad de fábrica de sus componentes)
- Conformidad con los requisitos de iluminancia y deslumbramiento.

2 Determinado de acuerdo con el estándar IES LM80 y método TM21.

2.2.3 Sistemas de control y uso de sensores

Se deben tener en cuenta las recomendaciones citadas en el artículo 3.2.1.7 en lo referente al aprovechamiento de luz diurna.

Ninguna de las áreas individuales contempladas supera los 500 m^2, por lo tanto, no es necesario por el RETILAP (artículo 3.2.6) el uso de sistemas de control de alumbrado como complemento a los sistemas de control manual [3]. De base, la recomendación es sectorizar por circuitos de encendido y apagado manual, promoviendo un comportamiento de conservación de energía. A continuación, recomendación mínima de uso de interruptores:

- Despacho magistrados (52 m^2): 1 oficina, 1 baño, 2 área de secretaria.
- Centro de servicios (87 m^2): 2 para archivo, 1 oficina secretario, 1 asistente secretario, 2 área de secretaria.
- Sala de audiencias (45m^2): 3 área general sala
- Despacho juzgado (47m^2): 1 oficina juez, 1 para área ventanilla y archivo, 1 área puestos de trabajo

3 Sin embargo, la interpretación de la norma puede llevar a que, independientemente de los espacios de una edificación, todo edificio de mínimo 500 m2 debe tener al menos uno de los esquemas de control citados en el artículo 3.2.6. El reglamento cita: "**Artículo 3.2.6. Eficiencia energética mediante control del alumbrado:** Este criterio se debe aplicar a las nuevas edificaciones privadas, industriales, comerciales o de uso oficial con más de 500 m^2 de construcción como complemento a los sistemas de control manual, deben disponer de sistemas de control de iluminación, que permitan un uso racional y eficiente de la energía (URE) y consecuentemente un ahorro de energía (...)".

2.2.3.1 Selección de sensores

ULTRASÓNICO

Sensibilidad al Movimiento:
Alta

Ángulo de Cobertura:
360° (en modelos de techo)

Aplicaciones Comunes:
Oficinas, baños, espacios con poca movilidad (Despachos, salas de audiencia, oficinas cerradas)

Condiciones:
Preciso en espacios divididos. Es Ideal para mantener luces encendidas mientras las personas están sentadas.

TÉRMICO (PIR Avanzado)

Sensibilidad al Movimiento:
Moderada

Ángulo de Cobertura:
120°–180°

Aplicaciones Comunes:
Espacios con ocupación prolongada y movimientos mínimos (oficina abiertas, salas de reuniones, auditorios, Secretaría / Centro Servicio)

Condiciones:
Puede requerir sistemas más sofisticados o integración con BMS o domótica avanzada

INFRARROJO (IR PIR Básico)

Sensibilidad al Movimiento:
Baja

Ángulo de Cobertura:
90°–180°

Aplicaciones Comunes:
Pasillos, escaleras, lobbys, acceso.

Condiciones:
Útil cuando hay tráfico frecuente, al tener alta precisión térmica.

MIXTO (Dual Tech)

Sensibilidad al Movimiento:
Alta (dependiendo del modo de activación)

Ángulo de Cobertura:
Alta, según combinación

Aplicaciones Comunes:
Pasillos y oficinas abiertas (Si se requiere mayor precisión)

Condiciones:
Alta confiabilidad, muy pocos errores

Gráfico 7. Criterios para elección de sensores de iluminación. Fuente: T&D Energy

Esta elección será a criterio del diseñador, siempre priorizando la eficiencia energética y confort visual de los ocupantes.

2.2.4 Condiciones eléctricas

Para diseñar instalaciones eléctricas con criterios de eficiencia energética, se debe considerar la optimización de la distribución de la energía, a través de la diversificación optima de las cargas en cada uno de los ramales. Asi mismo, realizar un seguimiento y mantenimiento periódico para asegurar un rendimiento óptimo a largo plazo y garantizar que la calidad de energía se encuentre dentro de los rangos permitidos para no afectar la operación ni a los equipos. A continuación, pautas indispensables en el diseño de circuitos eléctricos:

- Optimización de la Distribución: Diseñar circuitos eléctricos con la menor longitud posible, cuidando la regulación del alimentador <3% y ramal+alimentador <5% y asi evitar sobrecargas. En cuanto a los conductores, es indispensable especificar según T° y sección transversal para Corriente (ver tabla 310-16 NTC 20250 capacidad nominal y sección transversal de los conductores) para minimizar las pérdidas por efecto Joule. Adicionalmente, se recomienda hacer una segmentación de circuitos (es decir, dejar las cargas de iluminación independientes de todas las demás) y sectorización por espacios, en función de las actividades que se realicen, teniendo en cuenta la sectorización de espacios cercanos a las fuentes de iluminación natural interna. Es indispensable asegurar una iluminación uniforme y suficiente en los espacios.
- Cálculo de cargas: Determinar la potencia total requerida sumando las cargas de todas las luminarias y equipos asociados. Esto aplica para proyectos nuevos y aquellos en los que se realicen remodelaciones, con el fin de evitar desbalance de bases, lo cual genera mayores consumos de energía entre un 2-8%.
- Dimensionamiento de conductores: Seleccionar cables con capacidad suficiente para soportar la carga total, considerando factores de seguridad y regulaciones eléctricas, considerando la caída de tensión permitida y aplicando los factores de simultaneidad.
- Garantizar la instalación de sistema de puesta a tierra: Asegurar una correcta conexión a tierra para protección contra fallas eléctricas.
- Protección contra sobretensiones: Las luminarias de tipo interior no cuentan con dispositivos de protección contra Sobretensiones transitorias (DPS). Por lo tanto, la instalación eléctrica, contando desde el tablero de distribución principal, debe incorporar estos elementos como lo indica el RETIE.

En proyectos nuevos y de remodelación, la entidad proporcionará la información disponible sobre diagramas unifilares (cuando estén disponibles) y planos arquitectónicos para que el contratista valide el cálculo, el diseño y la pertinencia de la infraestructura eléctrica, así como el estricto cumplimiento de la gestión documental en materia de RETIE y RETILAP, conforme a los criterios mencionados.

En proyectos de mantenimiento, se recomienda verificar el estado de las salidas eléctricas y acometidas para planificar los mantenimientos. De ser necesario, sugerir a la supervisión/interventoría realizar el mantenimiento correctivo de la instalación para garantizar la vida útil de los componentes (luminarias y sensores) con actividades como limpieza de componentes, revisión de conectores, empalmes y conexiones.

2.2.5 Arquitectura e iluminación

El aporte de luz natural, usado convenientemente, proporciona a las oficinas un ambiente agradable, pero se tendrá que asegurar la ausencia de brillos molestos mediante la incorporación de persianas o cortinas. La orientación y el diseño arquitectónico del edificio pueden colaborar al aprovechamiento de la iluminación natural durante gran parte de la jornada laboral, que, junto con un adecuado sistema de control del alumbrado artificial, dará como resultado grandes ahorros energéticos.

A continuación, se presentan estrategias a nivel de diseño de interiores:

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
Uso estratégico de ventanas y claraboyas	**Capturan la luz solar, reduciendo la necesidad de luz artificial.**	
Superficies reflectantes	**Materiales claros o reflectantes en paredes y techos distribuyen mejor la luz**	
Uso de espejos	**Colocados frente a ventanas, amplifican la luz natural y**	
Ubicación estratégica mobiliario	**Evitar obstrucción de entradas de aire para mejor ventilación natural y aprovechamiento de iluminación.**	

Gráfico 8. Recomendaciones diseño de espacios para aprovechamiento iluminación. Fuente: T&D Energy

2.3 Estrategias de implementación

Cada edificio debe ser evaluado con sus propios parámetros, esto implica el compromiso de los profesionales en las fases de diseño, prefactibilidad e implementación de los proyectos, con el fin de evaluar el tipo de actividad a realizarse y el tiempo de uso.

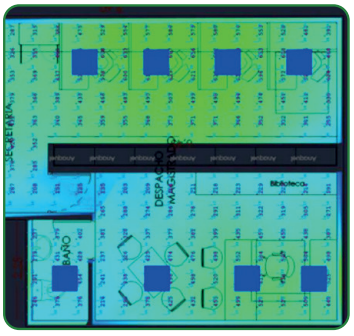
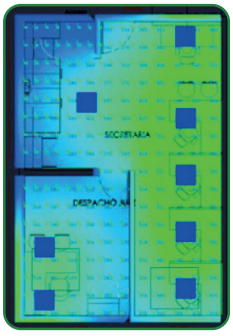
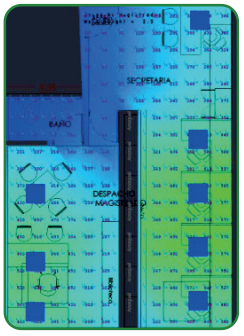
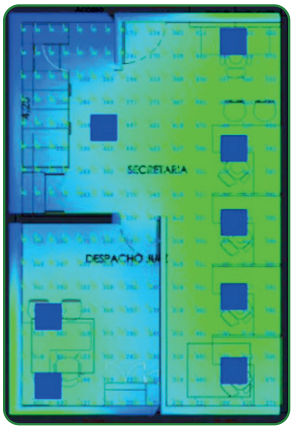
Los siguientes requisitos deben ser considerados para garantizar una iluminación adecuada en los espacios de trabajo judiciales de la Rama Judicial:

1. No debe generar problemas de adaptación visual.
2. Debe proporcionar una agudeza visual adecuada.
3. No debe interferir con la tarea visual ni dificultar la adopción de posturas cómodas.
4. Debe minimizar la generación de ruido.
5. Debe evitar el efecto estroboscópico.
6. Debe producir una carga térmica mínima en el espacio iluminado

La Rama Judicial cuenta dentro de su tipología de espacios, oficinas abiertas y oficinas cerradas. La tipología de espacios se relaciona a continuación:

Oficinas cerradas:

Corresponde aquellas oficinas que, por su naturaleza, requieren de privacidad en espacios cerrados con diferentes materiales de cerramientos. Clasificada como área visual media:

ZONA	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	PROPUESTA DE ILUMINACIÓN SEGÚN DISTRIBUCIÓN Y DISEÑO
DESPACHO DE JUECES **La iluminación en el despacho de un juez debe ser uniforme y sin deslumbramientos, asegurando una iluminancia adecuada para la lectura de documentos y el uso de equipos informáticos.**	**Uso de computador, independencia espacio, búsqueda de concentración en tareas y privacidad.**	
DESPACHO DE MAGISTRADOS **Los despachos de magistrados requieren una iluminación que permita el trabajo detallado y la consulta de expedientes, con énfasis en la iluminación local para cada área de trabajo.**	**Uso de computador, independencia espacio, búsqueda de concentración en tareas y privacidad.**	 **Opción 1**  **Opción 2**
SALAS DE AUDIENCIAS **Debe contar con una iluminación que facilite la visibilidad de todas las partes, con especial atención a la zona del estrado y los asientos del público.**	**Uso de computador y asistencia de grupos de personas, garantizando comunicación efectiva, uso esporádico y exclusivo.**	

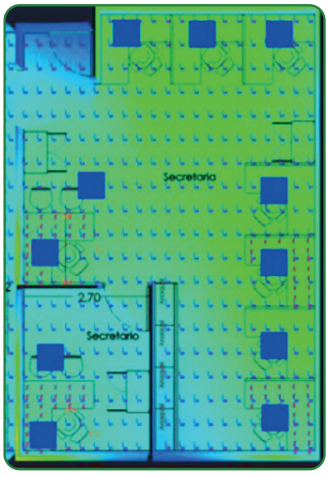
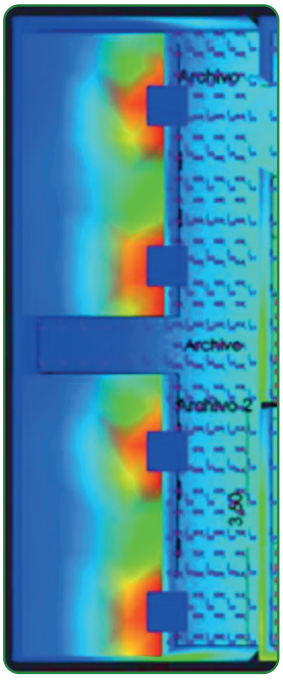
ZONA	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	PROPUESTA DE ILUMINACIÓN SEGÚN DISTRIBUCIÓN Y DISEÑO
SECRETARIAS **Debe estar bien iluminada para facilitar la gestión de documentos y la atención al público, con un control adecuado del deslumbramiento y niveles de iluminancia adecuados.**	**Uso de computador, independencia espacio, búsqueda de concentración en tareas y privacidad.**	
BODEGAS/ ARCHIVOS **Acceso consulta y almacenamiento equipos y archivo documental.**	**Garantizar iluminación de pasillos y uso de sensores de presencia para evitar el uso de iluminación sin necesidad.**	

Gráfico 9. Requerimientos técnicos de iluminación en oficinas cerradas. Fuente: UT T&D Energy

ESPACIOS ABIERTOS:
Actividad visual baja.

Zona	Requerimientos funcionales
PASILLOS Y ZONAS DE CIRCULACIÓN Pueden gestionar mediante detectores de presencia o pulsadores temporizados, ya que su uso es esporádico durante toda la jornada laboral, por lo que se podrán conseguir importantes ahorros.	Respetar uniformidad mínima y deslumbramiento maximo. Se recomienda el uso de sensores de tecnologia dual (mixto) principalmente en los accesos y distribuidos dentro de los recorridos.
BAÑOS Requieren continuidad de iluminacion durante el uso,	• **Área general:** Plafones LED empotrados o de superficie (IP44) • **Cabinas sanitarias:** 1 luz por cubículo, puede ser conectada a sensor independiente en los casos donde van las divisiones piso-techo (100-150 luxes). En las divisiones a media altura, se debe garantizar acceso de iluminación mínima de 100 luxes. • **Lavamanos/espejo:** Luz focal (tiras LED, apliques difusos.)

Tabla 8. Requerimientos técnicos de iluminación en oficinas abiertas. Fuente: T&D Energy

A nivel de tipo de obra, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

2.3.1 Instalación Nueva, expandida a o modernizada

Requieren de integración de prácticas sostenibles, tanto en criterios arquitectónicos como estructurales. Referirse al RETILAP, articulo 4.3.3, donde se establecen las áreas interiores que requieren certificación plena (Igual o superior 100 m^2).

Se debe incluir el enfoque de técnicas constructivas enfocadas a eficiencia energética, a partir de:

a. Diseño bioclimático y orientación: Estudio de asoleación y particularidades de acuerdo con la zona climática, incluyendo enfoque de estrategias pasivas.
b. Zonificación de espacios: Análisis de ocupación, horarios, flujos de trabajo.
c. Maximización de uso de luz natural.
d. Uso de materiales de bajo impacto ambiental.
e. Obligatorio cableado libre de halógenos.

Nota: Si la fecha de construcción o inicio de obra es después de Enero 2026, se deben actualizar/ revisar los diseños de acuerdo a lo establecido en el RETIE y RETILAP vigente. (2024)

2.3.2 Renovación Total

Incluye la evaluación del potencial de mejora y la adaptación de espacios a prácticas más sostenibles, así como la sustitución progresiva de tecnologías obsoletas por aquellas con mayor eficiencia, mayor capacidad de regulación y un dimensionamiento adecuado acorde a las necesidades del espacio.

2.4 Análisis financiero

Se recomienda realizar análisis de costo del ciclo de vida (LCCA en inglés) para evaluar, entre varias opciones, la mejor alternativa a comprar desde el punto de costo de operación en valor presente neto (que contempla el consumo de energía para operar a lo largo del tiempo de utilización del producto hasta su término, más el mantenimiento y costos de reposición). Como requisito a los proyectos de prefactibilidad de proyectos, se recomienda realizar una evaluación preliminar del rendimiento energético, a través de una evaluación comparativa de las tecnologías opcionales a implementarse dentro de cada instalación. En el gráfico 9, se sugiere un análisis básico de LCCA:

Descripción	Tecnologia A	Tecnologia B
Depreciación	($50'000.000/ 5 años)	($20'000.000/ 2 años)
Consumo de Energia (Horas de operación)	20	
Mantenimiento		
Total		
Emisiones CO^2 anuales		

A continuación se presentan los cálculos como resultado del diseño hecho al despacho de magistrados:

Marca		SYLVANIA	LED Square panel Pro	CPX contractor series
Fabricante		FEILO SYLVANIA	ROBLAN	ACUITY BRANDS
Referencia		LED PANEL BACKLIT SQ 40W 4000K	PLPS5733ALB	CPX 2X2 3200LM 80 40K SWL MVOLT
Disponibilidad información fotométrica	(a)	NO	SI	SI
UGR Escritorio Magistrado (prom)	(b)	***	20.13	18.6
UGR Escritorio Auxiliar (prom)	(c)	***	21.13	19.8
Eh Escritorio Magistrado (lx)	(d)	***	713.64	516.18
Eh Escritorio Auxiliar (lx)	(e)	***	691.8	503.4
LPD (densidad pot iluminacion)	(f)	***	6.064	4.574
Potencia total (W)	(g)	320	319.2	240.8
Lúmenes por luminaria (Lm)	(h)	***	4890	3735
LER (Lm/W)	(i)	***	123	124
Numero de luminarias	(j)	8	8	8

Gráfico 10. Especificaciones técnicas luminarias dentro del espacio especificado. Fuente: T&D Energy.

FABRICANTE			FEILO SYLVANIA	ROBLAN	ACUITY BRANDS
LCCA (básico)	**(1)**	**(1) = (8) + (11) + (12)**	**$ 8.165.011,20**	**$ 8.810.670,27**	**$ 7.931.987,33**
Costo energía ($/kWh)	(2)		900	900	900
Periodo de cálculo (años)	(3)		10	10	10
Garantía ofrecida por el proveedor (años)	(4)		3	4	5
Numero de reposiciones estimadas (con base en años de garantía ofrecidos)	(5)		3	2	1
Dias laborales al año	(6)		260	260	260
h/d de operación	(7)		10	10	10
Consumo anual est. de energia (kWh)	(8)	(8) = (6) x (7) x (g)	832	829,92	626,08
Costo total de energia traido a VPN	(9)		$ 5.259.571,20	$ 5.246.422,27	$ 3.957.827,33
Precio de lista por luminaria	(10)		$ 120.000,00	$ 190.000,00	$ 290.000,00
Costo total de reposición por luminaria traido a VPN	(11)		$ 243.180,00	$ 255.531,00	$ 206.770,00
Costo total de reposición para todas las luminaras a VPN	(12)		$ 1.945.440,00	$ 2.044.248,00	$ 1.654.160,00
CAPEX (# luminarias por costo luminaria)	(13)		$ 960.000,00	$ 1.520.000,00	$ 2.320.000,00
Factores de tablas de interés aplicados para una tasa ASUMIDA del 7%					
Costo de energia traido a VPN(P/A, 7%, 10), 10 años	7,0240				
Costo reposición traido a VPN (P/F,7%,2), 2 años	0,8734				
Costo reposición traido a VPN (P/F,7%,4), 4 años	0,7629				
Costo reposición traido a VPN (P/F,7%,5), 5 años	0,7130				
Costo reposición traido a VPN (P/F,7%,6), 6 años	0,6663				
Costo reposición traido a VPN (P/F,7%,8), 8 años	0,5820				

Gráfico 11. Cálculo toma de decisiones en proyectos eficiencia energética. Fuente: T&D ENERGY

Nota: Estos datos parten de un ejercicio de diseño previo. El cálculo de los parámetros de diseño es la conciliación entre los requisitos de iluminancia y deslumbramiento; sus resultados dependen de la reflectancia de piso, techo y paredes, número y distribución de luminarias, altura de montaje de luminarias, flujo lumínico de las luminarias, y punto de vista del observador.

2.5 Seguimiento y control

Con el tiempo, la acumulación de polvo y suciedad en luminarias, ventanas, paredes y techos, junto con la degradación del flujo luminoso de las lámparas, reduce significativamente los niveles de iluminación. Por ello, es fundamental implementar un plan de mantenimiento para conservar una iluminancia adecuada, así como estrategias de monitoreo y control.

2.5.1 Mantenimiento

Contempla el uso de buenas prácticas de mantenimiento a nivel preventivo, con el fin de asegurar mayor vida útil de los equipos y reducir los costos operativos de las instalaciones.

Actividades recomendadas	Periodicidad
• Limpieza periódica de luminarias, difusores y superficies reflectoras. • Reemplazo de difusores deteriorados y repintado de superficies cuando sea necesario, especialmente en espacios pequeños o con iluminación indirecta. • Limpieza de cristales y superficies que permiten el paso de luz natural. • Inspección visual de luminarias y nivel de suciedad. Si es alta, desmontarlas para limpieza profunda en condiciones seguras.	Cada 12 meses Limpieza superficial de luminarias y superficies reflectoras.
• Uso de aspiradora industrial para eliminar polvo externo e interno de las luminarias, enfocando la succión en las ranuras de ventilación. • Limpieza del difusor con trapo seco tipo atrapa-mugre (no húmedo). • Verificación y ajuste de sensores de movimiento o luminosidad, según instrucciones del fabricante	Cada 24 meses Desmontaje, inspección y limpieza profunda en superficie de trabajo segura.

Gráfico 12. Mantenimiento recomendado sistemas de iluminación. Fuente: T&D Energy

Requisitos para la ejecución:

- El mantenimiento debe ser realizado por personal electricista certificado (CONTE), capacitado en trabajo en alturas y en el uso de equipos de elevación.
- En oficinas, las luminarias suelen instalarse a alturas menores a 3 metros. Se recomienda el uso de escaleras certificadas.
- En caso de intervención eléctrica, puede ser necesario acceder a la caja de derivación ubicada sobre el cielo raso, lo que podría requerir trabajo a mayor altura.

Nunca se deben tapar ni obstruir los orificios de ventilación de las luminarias, ya que estos permiten la disipación de calor por convección natural y evitan el sobrecalentamiento de los componentes electrónicos internos.

2.5.2 Monitoreo y Verificación del Desempeño

Implementar sistemas de gestión de energía que permitan automatizar el encendido y apagado de sistemas de iluminación y equipos. Estos deben permitir la operación manual/ automática. Adicionalmente, se recomienda realizar:

- Mediciones periódicas de iluminación y consumo energético.
- Monitoreo para detectar oportunidades de mejora en eficiencia energética, a través de la identificación de patrones de consumo, control horario y seguimiento a la cultura organizacional en cuanto al uso de la iluminación.

2.5.3 Gestión ambiental y disposición de residuos

Para la gestión ambiental de los residuos de sistemas de iluminación, se debe tener en cuenta la Ley 1672 de 2013, que establece los lineamientos para la gestión integral de RAEE, así como la Política Nacional de RAEE de 2017, la cual establece las estrategias para la sensibilización, recolección, aprovechamiento y alianzas público-privadas en la gestión de RAEE.

3. Sistemas de climatizacion

3.1 Marco normativo y parámetros de diseño obligatorios

3.1.1 Regulación Nacional de Cumplimiento Obligatorio:

- Resolución 40773 de 2023 del Ministerio de Minas y Energía, sus modificaciones y actualizaciones, Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas - RETSIT.
- Resolución 41012 de 2015 del Ministerio de Minas y Energía, sus modificaciones y actualizaciones.
- Norma ASHRAE 90.1 de 2022 – Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.
- Norma ASHRAE 62.1 de 2019 – Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.
- Norma Técnica Colombiana NTC 2050.

3.1.2 RETSIT

Este reglamento establece los requisitos técnicos que deben cumplir las instalaciones de climatización, ventilación y refrigeración en Colombia. Su objetivo principal es asegurar la eficiencia energética de los sistemas, reduciendo las pérdidas de energía y optimizando el rendimiento, así como garantizar condiciones de confort y seguridad para los ocupantes.

Incluye especificaciones sobre el dimensionamiento adecuado de los equipos, la calidad de los materiales, la protección contra riesgos mecánicos y eléctricos, y las condiciones mínimas de mantenimiento preventivo y correctivo. Además, exige que el diseño contemple aspectos ambientales, como el uso de refrigerantes de menor impacto y la reducción de emisiones.

Cumplimiento obligatorio RETSIT	• Oficinas públicas con más de 5 TN (17.5 kW) aire acondicionado
Cumplimiento obligatorio RETIE	• Infraestructura eléctrica que supere 10 kVA • Conexión red nueva

3.1.4 NTC 2050

Esta norma establece los requisitos para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de aire acondicionado en edificios, con el objetivo de garantizar la eficiencia energética y la reducción de emisiones de gases contaminantes.

- Ley 1333 de 2009: Esta ley establece las normas y procedimientos para la prevención y control de la contaminación ambiental en Colombia. Las empresas que instalan sistemas de aire acondicionado deben cumplir con los límites máximos permitidos para las emisiones de gases contaminantes.

3.1.4 ASHRAE

La Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (por sus siglas en inglés ASHRAE) es una organización internacional de referencia para el diseño y operación de sistemas de climatización, ventilación y refrigeración, conocidos como HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning).

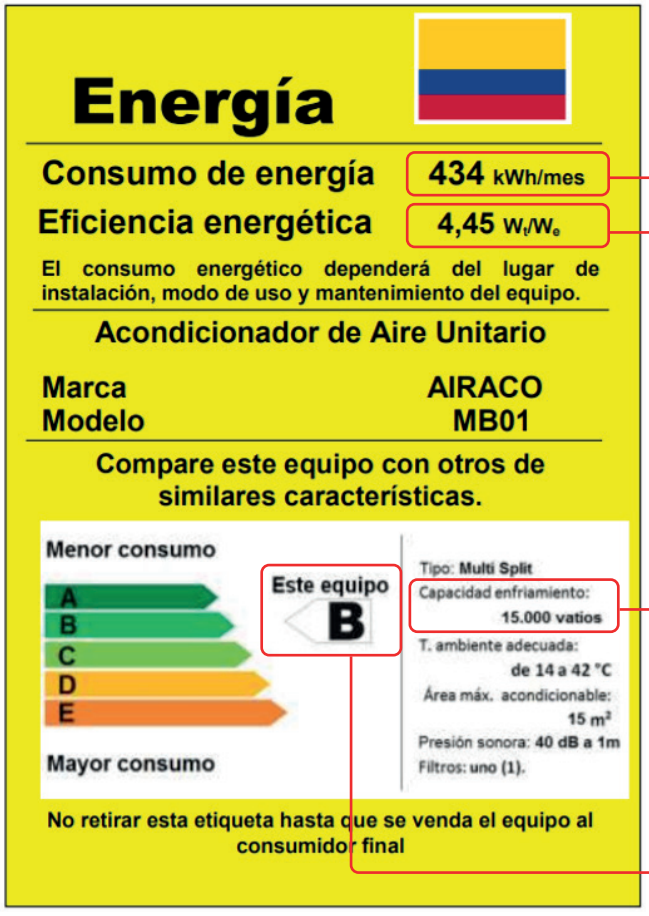
En este contexto, existen tres normas clave que orientan las buenas prácticas y garantizan la eficiencia y el confort en los edificios:

- ASHRAE 90.1 – Norma de Eficiencia Energética para Edificaciones: Establece los requisitos mínimos de eficiencia energética en sistemas mecánicos, iluminación y envolvente térmica.
- ASHRAE 62.1 – Norma de Ventilación para una Calidad Aceptable del Aire Interior: Define las tasas mínimas de ventilación y los parámetros de calidad de aire para proteger la salud y garantizar el confort de las personas.
- ASHRAE 55 – Norma de Condiciones Ambientales de Confort Térmico para Ocupantes: Determina los rangos recomendados de temperatura, humedad, velocidad del aire y radiación térmica para mantener un ambiente confortable.

La aplicación de estos estándares internacionales en los proyectos de la Rama Judicial permite asegurar que las edificaciones alcancen un equilibrio óptimo entre confort, salud de los ocupantes y consumo eficiente de energía, siguiendo las mejores prácticas reconocidas a nivel mundial.

3.1.5 Etiquetado equipos RETIQ

La implementación de esta etiqueta es reglamentada por el Ministerio de Minas y Energía (MME) y la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y tiene como objetivo fomentar el uso racional y eficiente de la energía, generando un impacto energético y económico en los consumos de los usuarios . A continuación, se muestra un ejemplo de ficha técnica para aire acondicionado y los datos de interés más relevantes en temas de eficiencia energética:



Este valor corresponde al consumo de un equipo enfriando un aula a 27°C con una temperatura ambiente exterior de 35°C durante 1h, multiplicado por 132 horas.

Por consiguiente, este valor variara considerablemente dependiente de:

- El clima donde esté operando,
- La temperatura de consigna del equipo,
- Tiempo de operación.

W_t: Capacidad de enfriamiento o potencia frigorífica.

W_e: Potencia eléctrica absorbida

W_t: Capacidad de enfriamiento o potencia frigorífica.

Clasificación energética, según las siguientes tablas.

Gráfico 13. Etiqueta referencia para equipo de aire acondicionado. Fuente: Ministerio de Minas y Energia

El rango de eficiencia energética varía si es un equipo unitario (Ventana, mini Split o portátil) o es un equipo compacto (Cassete, Multi Split, Paquete, Piso-Techo).

Clasificación energética recomendada

RANGOS DE LA RAZÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (Wt/We)		
CLASE	Límite inferior (incluido)	Límite superior
A	3,75	E.E.C*.
B	3,50	3,75
C	3,25	3,50
D	3,00	3,25
E	2,75	3,00
*Eficiencia Energética de Carnot E.E.C=(273,15+Te)(Tc-Te); Donde Te: Temperatura de evaporador en °C y Tc: Temperatura de condensador en °C.		

RANGOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA E.E. (Wt/We)		
RANGO	Límite inferior (incluido)	Límite superior
A	4,75	E.E.C *
B	4,40	4,75
C	4,05	4,40
D	3,70	4,05
E	3,35	3,70
*Eficiencia Energética de Carnot E.E.C=(273,15+Te)(Tc-Te); Donde Te: Temperatura de evaporador en °C y Tc: Temperatura de condensador en °C.		

Gráfico 14. Rangos de eficiencia para acondicionadores de aire para recintos y unidades terminales compactas (izquierda) y para tipo unitarios (derecha). Fuente: Ministerio de Minas y Energía.

Con el objetivo de garantizar un buen desempeño energético y financiero durante la operación de los sistemas, las nuevas instalaciones o los proyectos de renovación de sistemas de aire acondicionado deben incorporar equipos con clasificación energética clase A o clase B.

En caso de que los equipos cuenten con un indicador de eficiencia distinto a los mencionados, se deberá utilizar la siguiente tabla de conversión para expresar su desempeño en las unidades establecidas en la tabla anterior.

Índice de Eficiencia	Aplicación típica	Unidad original	Factor de conversión a Wtérmico / Weléctrico	Resultado
EER	Expansión directa (pico)	BTU/h por W eléctrico	1 EER = 0.293 Wt/Wel	× 0.293
SEER	Expansión directa (estacional)	BTU/h por W eléctrico	1 SEER = 0.293 Wt/Wel	× 0.293
COP	Chillers, bombas de calor	W térmico / W eléctrico	Ya está en Wt/Wel	1:1
ESEER	Chillers (estacional europeo)	W térmico / W eléctrico	Ya está en Wt/Wel	1:1
TR/kW	Chillers grandes (en refrigeración comercial o industrial)	Toneladas de refrigeración por kW eléctrico	1 TR = 3.517 kW térmicos → TR/kW × 3.517 = Wt/Wel	× 3.517

Gráfico 15. Índices de eficiencia y factores de conversión en sistemas de aire acondicionado. Fente: T&D Energy.

3.2 Parámetros de Diseño

Se recomienda tener como premisa el diseño centrado en el confort, que permita asegurar que el diseño del sistema de aire acondicionado proporcione un confort térmico adecuado a los ocupantes, evitando corrientes de aire excesivas y manteniendo niveles de humedad apropiados. Adicionalmente, es necesario tener en cuenta la relación entre arquitectura, diseño, materiales y orientación, tal como se observa en la siguiente ilustración:

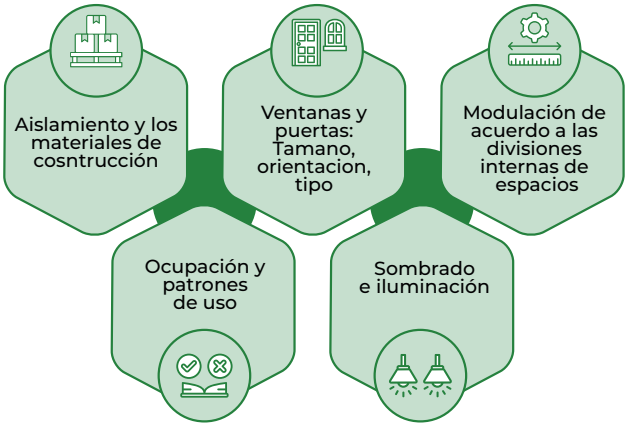


Gráfico 16. Relación sistemas activos y pasivos en oficinas. Fuente : T&D Energy

Un buen dimensionamiento de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica es fundamental para garantizar el confort térmico de los ocupantes, optimizar el consumo energético y prolongar la vida útil de los sistemas. Equipos sobredimensionados generan ciclos de encendido y apagado frecuentes, lo que incrementa el desgaste y el consumo; mientras que equipos sub-dimensionados no logran mantener las condiciones adecuadas de temperatura y humedad, afectando el bienestar y la eficiencia operativa del espacio. Para evitar esta situación, la nuevas instalaciones o proyectos de renovación de sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica deben recopilar, calcular y/o reportar la siguiente información.

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

- Nombre del proyecto
- Ubicación (Ciudad, país, altitud)
- Tipo de espacio o uso (oficina privada, oficina abierta, sala de audiencia, sala de servidores, etc.)
- Normativa o metodología empleada (ASHRAE, CARRIER Hourly Análisis Program, EnergyPlus, etc.)
- Fecha del análisis.

CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO ANALIZADO

- Superficie total (m^2)
- Altura del espacio (m)
- Volumen (m^3)
- Orientación y localización dentro del edificio
- Materiales y aislamiento térmico (muros, techos, ventanas)
- Datos de ocupación (número de personas, horario de ocupación)
- Equipos y cargas internas (computadores, iluminación, maquinaria)

PASE PATOS PE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS

- Archivo o datos climáticos tenidos en cuenta para el análisis, indicar la estación meteorológica considerada para el cálculo.

Gráfico 17. Criterios a tener en cuenta para dimensionamiento de sistemas de aire acondicionado. Fuente: T&D Energy

Adicionalmente, se deberá presentar los siguientes datos para cada espacio acondicionado. Si el sistema es centralizado, se debe calcular para cada espacio independiente y para el total del sistema se presenta el resumen de carga sensible y carga latente espacio por espacio.

Reporte individual	Sensible (kW)	Latente (kW)	Total (kW)	Total (Margen 15%)
Personas				
Equipos eléctricos				
Iluminación				
Envolvente (muros, techos, etc.)				
Infiltración o ventilación				
Total				

Gráfico 18. Dimensionamiento preliminar capacidad HVAC. Fuente:T&D ENERGY

Una vez identificada la capacidad requerida, es necesario determinar detalladamente cada uno de los espacios a acondicionar:

Reporte centralizado	Sensible (kW)	Latente (kW)	Total (kW)	Total (Margen 15%)
Espacio 1				
Espacio 2				
Espacio 3				
...				
Espacio n				
Total				

Gráfico 19. Distribución cargas HVAC por espacios. Fuente: T&D Energy

Para el caso de ventilación mecánica el procedimiento de dimensionamiento de los equipos debe hacerse de acuerdo con el procedimiento establecido por la norma 60.1 de ASHRAE en su versión 2019. Se deben reportar los siguientes resultados:

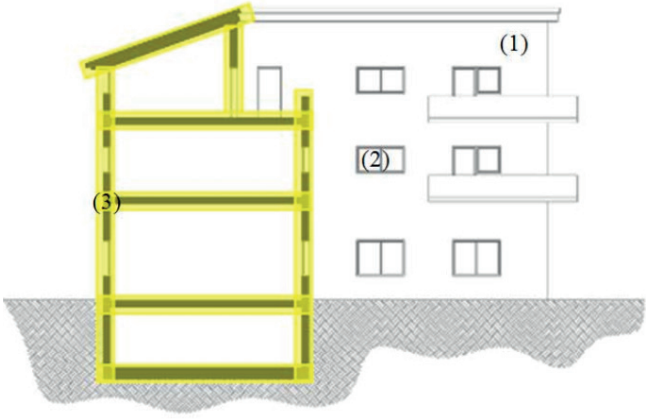
Reporte centralizado	Numéro de personas	Area (m2)	Tipo de espacio o uso	Tasa por persona (m3/h/persona)	Tasa por superficie (m3/h/m2)	Tasa de renovación de aire
Espacio 1						

Gráfico 20. Reporte dimensionamiento equipos de ventilación mecánica. Fuente : T&D Energy

3,2,1 Consideración arquitectura y espacio

La relación entre diseño arquitectónico y eficiencia energética en una edificación de oficinas es directa y fundamental: el diseño determina cómo el edificio se comporta térmica, lumínica y energéticamente, lo que impacta de manera significativa en su consumo de energía a lo largo del tiempo.

Un buen aislamiento en muros, techos, pisos y ventanas reduce significativamente la transferencia de calor hacia el interior y el exterior, disminuyendo la necesidad de refrigeración. Se recomienda utilizar materiales con alta resistencia térmica (valor R) y baja transmitancia térmica (valor U).



La envolvente es la parte del edificio con mayor exposición a los agentes externos, y que confina todos los espacios interiores habitables separándolos del ambiente exterior aislando térmica y acústicamente. Está formada básicamente por:

- Los cerramientos opacos (1): muros, suelos y cubiertas
- Los huecos (2): vidrios y marcos
- Los puentes térmicos (3): Estructura

Gráfico 21. Envolvente térmica de un edificio. Fuente: TYD Energy

A continuación, se presentan recomendaciones para cada componente:

Cubierta

Radiación solar: en Colombia, al ubicarse cerca del ecuador, se presenta un clima tropical durante todo el año. Esta posición geográfica provoca que el sol alcance una elevación elevada e incida de forma perpendicular sobre las cubiertas de los edificios, generando alta radiación en dichos espacios y, por ende, posibles problemas de calor en climas cálidos. Este fenómeno se puede mitigar mediante estrategias como aislamiento térmico, pinturas atérmicas y la implementación de cubiertas verdes.

Las cubiertas deben procurar las siguientes características térmicas

- Índice de Reflectividad Solar
- Coeficiente de conductividad Térmico

Propiedades térmicas cubierta	Frio	Templado	Cálido Seco	Cálido Húmedo
Índice de reflectividad	Sin requerimiento	SRI > 80	SRI > 80	SRI > 80
Coeficiente de conductividad térmico*	Sin requerimiento	λ < 0,05	λ < 0,035	λ < 0,030

Gráfico 22. Propiedades térmicas cubiertas edificaciones. Fuente: T&D Energy

***El cálculo del coeficiente de conductividad térmica debe considerar tanto el cielo raso como el plenum de aire, ya que ambos influyen en el desempeño térmico del sistema.**

Estas especificaciones solo aplican si los espacios debajo de la cubierta son de ocupación continua o tienen un uso de aire acondicionado.

A continuación, recomendaciones constructivas aplicables para climas templado, cálido seco y cálido húmedo, que inciden en el comportamiento del edificio y, por ende, en la demanda térmica:

Elección de materiales

- Utilizar aislantes con certificaciones y resistencia al clima local (resistencia a humedad, hongos, UV).
- Para cubiertas planas, usar una capa aislante continua sin puentes térmicos con color blanco o gris, que funcione como reflectivo

Espesor y rendimiento

- Dimensionar el espesor del aislamiento para alcanzar la temperatura interior objetivo y reducir puentes térmicos.
- Considera soluciones multicapa (vidrio-espuma, paneles rígidos) para mejorar la desempeño térmico.

Construcción

- Minimizar puentes térmicos en perfiles de techo, encuentros con muros y apoyos estructurales.

Muros

Los muros con mayor exposición a la radiación solar son los orientados al Este y al Oeste. Mejorar sus propiedades térmicas es especialmente relevante en climas cálidos, ya que pueden influir significativamente en el consumo de aire acondicionado y en el confort térmico interior.

Propiedades térmicas de muros orientados al Este y Oeste	Frio	Templado	Cálido Seco	Cálido Húmedo
Índice de reflectividad	Sin requerimiento	SRI > 80	SRI > 80	SRI > 80
Coeficiente de conductividad térmico*	Sin requerimiento	λ < 0,05	λ < 0,035	λ < 0,030

Gráfico 22. Propiedades térmicas cubiertas edificaciones. Fuente: T&D Energy

Estas especificaciones solo aplican si los espacios ubicados en estas fachadas son de ocupación continua o tienen un uso de aire acondicionado, en espacios tales como: Cuartos técnicos, salas de audiencia y despachos.

Muros internos

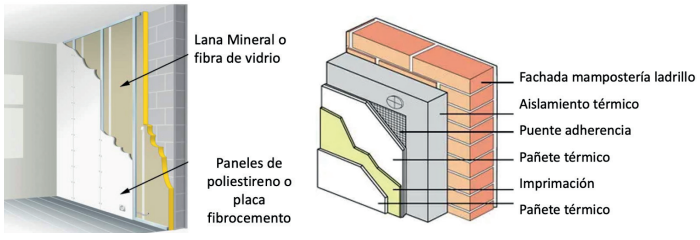


Gráfico 23. Recomendaciones constructivas aislamiento en muros. Fuente; T&D Energy

Las filtraciones en la eficiencia energética ocurren cuando la envolvente del edificio permite el intercambio no deseado de calor, aire o humedad con el exterior, aumentando el consumo de climatización.

Por lo tanto, es indispensable minimizar puentes térmicos en perfiles de techo, encuentros con muros y apoyos estructurales.

Ventanas

Para nuevas instalaciones, así como los proyectos de renovación se recomienda las siguientes propiedades para la ventanería implementada:

ZONA FRIA

- Vidrio laminado de 4 mm + 4 mm
- U = 5,6 W/m2K
- SHGC 0,5-0,6 ZONA CALIDA SECA
- Se recomienda U=1,9 W/m2K
- Se recomienda vidrio con cámara
- SHGC = 0,3-0,5

ZONA TEMPLADA

- Vidrio laminado de 4 mm + 4 mm
- U = 5,6 W/m2K
- SHGC = 0,4-0,5 ZONA

ZONA CALIDA HUMEDA

- Se recomienda U=1,9 W/m2K
- Se recomienda vidrio con cámara
- SHGC = 0,3-0,4

ZONA CALIDA SECA

- Se recomienda U=1,9 W/m2K
- Se recomienda vidrio con cámara
- SHGC = 0,3-0,5

En el caso de ventanas internas, se recomienda la siguiente configuración, que permita el paso de iluminación, con prestaciones de aislamiento térmico, reduciendo la demanda térmica, tal como se observa a continuación:

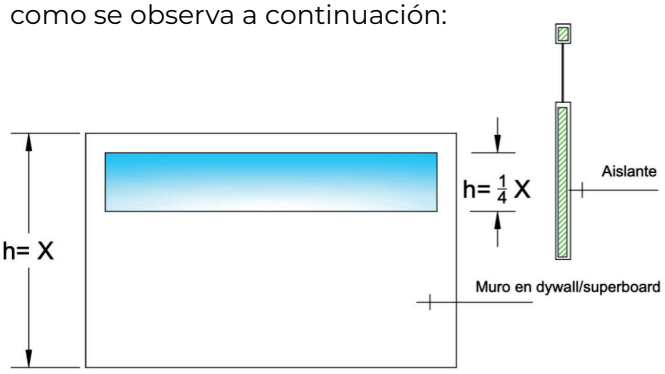
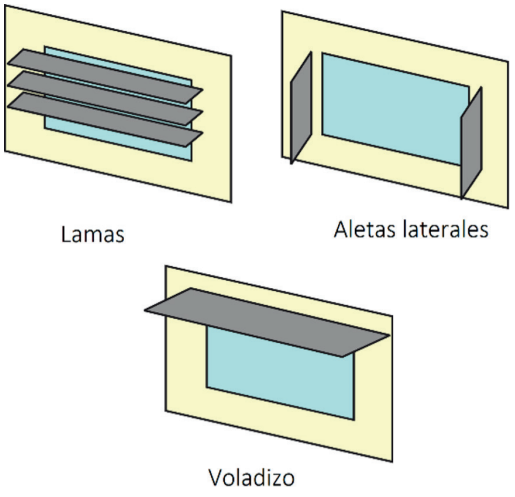


Gráfico 24. Recomendaciones constructivas muros internos. Fuente: T&D Energy

Uso de protecciones solares interiores.

Incorporar elementos de protección solar pasiva como aleros, toldos, persianas, lamas y vegetación para bloquear la radiación solar directa en ventanas y fachadas, especialmente en las orientaciones más críticas (sur y oeste).

Existen principalmente tres tipos de protecciones solares, como se muestra a continuación:



Teniendo en cuenta estas configuraciones y la trayectoria solar, es importante utilizar el tipo voladizo en las fachadas Norte y Sur, dado que la iluminación sobre estas fachadas proviene desde la parte superior todo el año. En las fachadas Este y Oeste se recomiendan protecciones tipo lamas, dado que la radiación llega de manera directa.

TIPO	ESPECIFICACIONES	EJEMPLOS
Persiana solar screen	**En fachadas Este y Oeste. Cuando se busca reducir la carga térmica sin sacrificar la entrada de iluminación natural difusa. Ideal para oficinas, aulas o espacios que requieren confort lumínico y visual.**	
Black out	**En fachadas Este y Oeste con y zonas con uso intensivo de aire acondicionado. Cuando se requiere un oscurecimiento total para el desarrollo de actividades específicas.** **Ejemplos: salas de exposición, auditorios, proyección o espacios de descanso.**	

TIPO	ESPECIFICACIONES	EJEMPLOS
Película control solar	**Se sugiere instalar en fachadas que tengan alta incidencia solar, especialmente, cuando la relación muro ventana es alta por ejemplo superior al 50%, con el fin de reducir las ganancias térmicas, evitar el deslumbramiento en pantallas, minimizar la incidencia de los rayos UV y conservar la iluminación natural. En las ventanas que tienen mayor incidencia son oeste y oeste, se recomienda usar película reflectiva o dual reflectiva. En las fachadas norte y sur, se sugiere una película espectral o neutra.** **Para reducción de calor solar, deben ser de alta reducción solar rechazada TSER >50% en clima cálido y entre 40-50% en clima frio/ templado. En cuanto al bloqueo de radiación UV, se recomienda en todos los casos un mínimo de 99% de control UV. El VLT (porcentaje de luz que atraviesa), debe ser entre 25% y 60%, evaluando garantizar la iluminación natural.** **Recomendable en espacios con uso constante de aire acondicionado y donde se priorice la transparencia de la fachada (ej. oficinas ejecutivas y zona de trabajo)**	
Lamas	**En fachadas Este y Oeste expuestas a radiación solar directa. Cuando se requiera regular de manera dinámica el ingreso de luz natural, orientando las lamas según la posición del sol. Útiles en espacios donde se combina el control solar con el confort visual (ej. bibliotecas, zonas de trabajo colaborativo).**	
Voladizo	**En fachadas Norte y Sur. Como solución arquitectónica pasiva y permanente, que bloquea el sol en horas críticas y permite la entrada de iluminación natural el resto del tiempo. Ideal en todas las zonas oficinas con esta orientación.**	

Gráfico 25. Recomendaciones uso de elementos de protección solares. Fuente: T&D

Recomendaciones especiales para cuartos técnicos

En algunos cuartos técnicos al requerir el uso intensivo de aires acondicionados, se requieren de unas especificaciones técnicas constructivas especiales, que incluyen el uso de materiales aislantes y evitar puentes térmicos en puertas, ventajas y muros . De igual forma, se recomienda evitar áreas acristaladas en la fachada. A continuación, se presentan recomendaciones a evaluarse dependiendo el tamaño y ubicación geográfica:

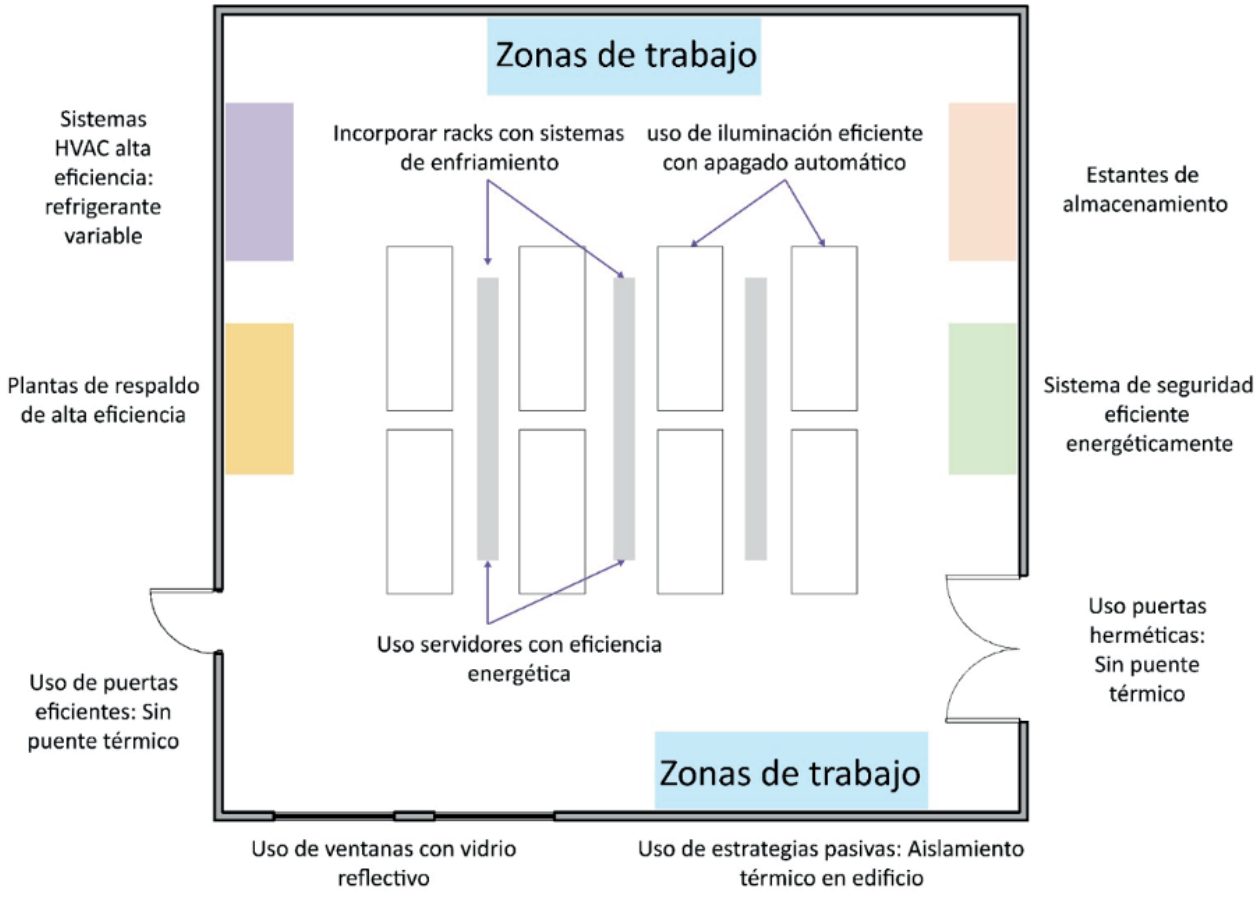


Gráfico 26. Recomendaciones envolvente y sistemas técnicos en cuartos Rack. Fuente: T&D Energy

3.2.2 Tecnologías y sistemas

En la Rama Judicial, existen diferentes tipologías de espacios que tienen unas especificaciones de confort y uso, que se relaciona a continuación:

Tipología espacio	Ocupación estimada	Requerimientos confort	Rango Temp (C °)	Rango humedad	Horas de operación semanal	Equipos recomendados	Observaciones
Despachos juzgados (46 m²)			Entre 24 y 26 °C	Entre 40% y 60%		Minisplit invertir cat A o B	
Despacho magistrados (53 m²)			Entre 24 y 26 °C	Entre 40% y 60%		Minisplit invertir cat A o B	
Sala de audiencias (45 m²)	10-20 personas	Uso esporádico, pero con necesidad de respuesta térmica rápida. Requiere de ventilación adecuada para mantener aire limpio y oxigenado (mínimo 10-12 renovaciones por hora, según normas locales	Entre 21 y 24 °C	Entre 40% y 60%	4 horas	En salas pequeñas: Minisplit invertir cat A o B Rooftop: Mejor estética y mayor circulación de aire. Recomendado en salas de más de 45 m².	Evaluar capacidad enfriamiento en función de la altura de la sala. Encender 30 minutos antes de la audiencia.
Secretaria / Centro de servicio (87 m²)	10- 20 personas	Uso continuo durante la jornada laboral (lunes a viernes, 8 horas)	Entre 24 y 26 °C	Entre 40% y 60%	4 horas	En salas pequeñas: Minis-plit invertir cat A o B Rooftop: Mejor estética y mayor circulación de aire. Recomendado en salas de más de 45 m².	Evaluar capacidad enfriamiento en función de la altura de la sala. Encender 30 minutos antes de la audiencia.
Cuartos técnicos	Ninguna	Debe cumplir con requerimientos de confort técnico y ambiental que garanticen el buen funcionamiento, seguridad y vida útil de los equipos.	26 °C	Entre 40% y 60%	24 horas	Mini Split Inverter: Económico, eficiente, simple instalación	
Oficinas abiertas			Entre 24 y 26 °C	Entre 40% y 60%		VRF	

Gráfico 27. Requerimientos confort en tipologías de espacios Rama Judicial. Fuente: T&D Energy

Con el fin de determinar la pertinencia del uso de tecnologías, aplicables a cada espacio y uso, a continuación se presenta tabla consolidada de criterios a tener en cuenta para la toma de decisiones:

Criterio / Sistema	Mini-Split	Multi split	VRF	Unidad Paquete (Rooftop)	Chiller Centrífugo Oil-Free
Tipo de sistema	Expansión directa, 1 unidad interior + 1 exterior	Una unidad hasta para 5 unidades interiores, apto para espacios limitados.	Expansión directa, 1 unidad exterior para múltiples interiores	Unidad compacta con ventilación y filtración integrada	Producción de agua helada con compresor centrífugo y cojinetes magnéticos
Eficiencia energética	Baja–Media; mejor en uso intermitente	Mejor rendimiento global cuando se condicionan varios espacios	Muy alta, excelente en carga parcial	Media–Alta; mejora con recuperadores, VAV y control por demanda	Muy alta, sobresaliente en cargas parciales (IEER/IPLV)
Ventajas principales	Bajo costo inicial, instalación rápida, control individual	Flexibilidad : Alta, con posibilidad de configurar varias unidades de acuerdo a las diferentes necesidades.	Control preciso por zona, alta flexibilidad, menor ocupación de espacio exterior	Todo en un solo equipo, maneja grandes volúmenes de aire, fácil integración a ductos	Bajo costo operativo, alta confiabilidad, larga vida útil
Desventajas principales	No aptos para grandes áreas, múltiples exteriores saturan fachadas	Si la unidad exterior falla, todas las unidades interiores quedan inoperativas.A diferencia de sistemas split independientes, no hay respaldo entre unidades	Alto costo inicial, requiere personal especializado	Mayor peso y requisitos estructurales, ruido, difícil en renovaciones	Alta inversión inicial, requiere sala de máquinas e infraestructura hidráulica
Riesgos y consideraciones	Fugas de refrigerante, pérdida de eficiencia por falta de mantenimiento	Mayor inversión, aunque mayor rentabilidad en escala.	Fugas masivas de refrigerante, detección y reparación complejas. Mantenimiento especializado.	Exposición a clima extremo, pérdida de eficiencia sin mantenimiento	Mantenimiento especializado, dependencia como sistema principal
Calidad de aire	Sin ventilación integrada; requiere sistema adicional, no cumple ASHRAE 62.1	Sin ventilación integrada; requiere sistema adicional, no cumple ASHRAE 62.1	Sin ventilación integrada (excepto algunos cassettes con aire exterior)	Alta si integra ventilación y filtración (MERV 8+)	Depende del sistema secundario; permite cumplir ASHRAE 62.1
Criterios de priorización	Espacios pequeños, uso intermitente, bajo presupuesto	Individual por equipo, con ajuste a espacios independientes	Edificios medianos/ grandes con múltiples zonas y horarios variables	Amplios espacios abiertos con ventilación integrada	Grandes edificios con alta demanda y operación continua
Usos recomendados	Cuartos de racks, archivos con uso intensivo, oficinas aisladas		Agrupación de varias oficinas	Auditorios y grandes salas de audiencias	Grandes edificaciones con climatización centralizada

Gráfico 28. Comparativo tecnologías aire acondicionado. Fuente: T&D Energy

La implementación de los proyectos, será regida por las siguientes pautas dependiendo el nivel de intervención:

- Obra Nueva: Requerir diseño integrado y modelado energético.
- Renovación Total: Prohibir el reemplazo igual por igual, exigir un nuevo estudio de cargas.
- Reemplazo Parcial: Enfocarse en inversiones de alto impacto, incluyendo medidas activas y pasivas.

3.2.2.1 Mini Split

Una correcta selección y dimensionamiento de un sistema mini split es fundamental para garantizar su eficiencia operativa y el confort térmico del espacio. Una unidad sobredimensionada tiende a encenderse y apagarse con frecuencia, lo que disminuye la eficiencia energética, acorta la vida útil del equipo y genera un desgaste innecesario en sus componentes. Por otro lado, una unidad sub-dimensionada no será capaz de alcanzar ni mantener la temperatura deseada, lo que incrementa el consumo energético y afecta negativamente la comodidad del usuario.

- Capacidad: BTU
- Ubicación adecuada: Garantizar el flujo de aire

Recomendaciones de instalación

- La unidad interior debe montarse en lo alto de la pared en un lugar con flujo de aire libre, lejos de la luz solar directa y de fuentes de calor.
- La unidad exterior requiere un espacio sombreado y abierto para expulsar eficazmente el calor.
- La eficiencia de los equipos
- Por criterios de eficiencia energética, se recomienda que los equipos sean de calificación mínima B.

Mantenimiento

Actividades recomendadas	Periodicidad
• Limpiar los filtros	Cada 1 a 2 meses
• Limpiar las aletas del evaporador y condensador • Revisar y limpiar la bandeja y el tubo de drenaje. • Comprobar el nivel de gas refrigerante y el estado de las tuberías y aislamientos	Cada 12 meses

Gráfico 29. Mantenimiento recomendado Minisplit. Fuente: T&D Energy

A tener en cuenta:

La vida útil de un minisplit es de 10-15 años, dependiendo de criterios como mantenimientos rutinarios y correcta instalación. A continuación señales para evaluar el desempeño y evaluar revisión inmediata y/o reemplazo:

- Bajo rendimiento: Si ya no enfría.
- Ruidos inusuales: Ruidos fuertes pueden indicar problemas en el compresor u otras partes mecánicas.
- Fugas refrigerante: Esto genera un aumento en el consumo de energía y puede dañar el compresor.
- Aumento en el consumo de energía: Una factura de luz más alta de lo normal.
- Edad del equipo: A partir de los 10 o 12 años, es recomendable una evaluación exhaustiva por parte de un experto

3.2.2.2 Sistemas de Flujo de Refrigerante Variable (VRF)

El sistema VRF (Flujo de Refrigerante Variable) es una tecnología de climatización que permite controlar la cantidad de refrigerante enviada a múltiples unidades interiores, según la demanda térmica de cada zona. Usa un solo sistema con compresores inverter que modulan su velocidad para optimizar el consumo energético.

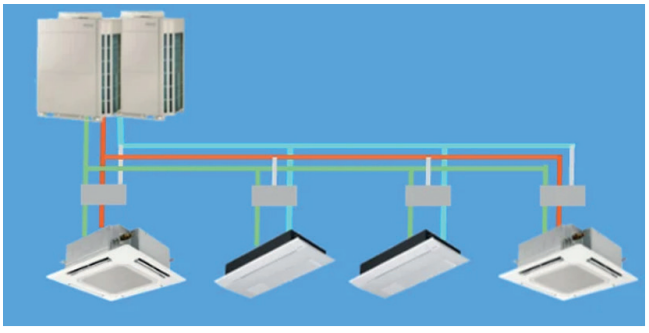


Gráfico 30. Esquema configuración sistema VFR. Fuente: T&D Energy

Recomendaciones de instalación:

- Se requiere una correcta estimación de las cargas térmicas por zona, así como una zonificación eficiente para aprovechar el control individual de temperatura.
- Las distancias totales de las tuberías entre unidades interiores y exteriores deben cumplir con los límites del fabricante, así como evitar dobleces y obstrucciones en las mismas.
- Ventilación adecuada: puede requerir sistemas de renovación de aire independientes, ya que los VRF no suministran aire fresco por sí mismos.
- Instalación de drenajes de condensado para cada unidad interior, con al menos 2% de pendiente.
- Indispensable verificación de aislamiento térmico de tuberías.
- En edificios nuevos, se recomienda considerar al menos 40 cm libres entre el cielo falso y la placa superior para facilitar instalación y mantenimiento, ya que requiere una altura libre operativa de 2.60 m.

Mantenimiento:

Actividades recomendadas	Periodicidad
• Revisión de carga de refrigerante. • Prueba de fugas. • Revisión de compresores y placas electrónicas.	Cada 3 meses
• Revisión de carga de refrigerante. • Prueba de fugas. • Revisión de compresores y placas electrónicas.	Cada 6 meses

Gráfico 31. Mantenimiento recomendado Sistemas VRF. Fuente: T&D Energy

A tener en cuenta:

La vida útil de los sistemas VRF es de 15 a 20 años, según el cuidado y mantenimiento.

Es indispensable capacitar al personal de mantenimiento en la configuración del sistema, debido a que cuenta con componentes electrónicos especializados. Esta capacitación debe ser proporcionada por el proveedor, incluyendo la entrega de manuales y videos de instalación. El manual debe incluir indicaciones para reportar la pérdida de enfriamiento, unidades que no respondan, ruidos anormales, sobrecalentamiento y fugas de agua, así como la configuración de los termostatos.

Se recomienda documentar el código y la fecha de la falla para posteriormente contactar a un técnico certificado en VRF para el diagnóstico y la reparación.

3.2.3 Unidades Paquete (Rooftop) de Ultra-Alta Eficiencia

Una unidad paquete tipo Rooftop es un sistema de climatización autónomo (todo-en-uno) diseñado para instalarse comúnmente en azoteas de edificios comerciales e industriales. Estas unidades incluyen en un solo gabinete: compresores, serpentines, ventiladores, filtros, sistema de control y, a veces, economizadores de aire.

La categoría "ultra-alta eficiencia" se refiere a equipos que superan ampliamente los estándares mínimos de eficiencia energética, como:

- EER (Energy Efficiency Ratio) > 12
- IEER (Integrated Energy Efficiency Ratio) > 18

Actividades recomendadas	Periodicidad
• Revisión y limpieza de filtros de aire. • Inspección visual de fugas, ruidos o vibraciones anormales. • Verificación de parámetros eléctricos.	Cada 3 meses
• Limpieza de serpentines (evaporador y condensador). • Verificación de presiones de refrigerante. • Revisión de ventiladores, poleas, bandas y rodamientos	Cada 6 meses
• Calibración de sensores y controles. • Revisión del economizador y actuadores. • Pruebas de eficiencia energética. • Verificación de aislamiento en conductos.	Cada 12 meses

Gráfico 32. Mantenimiento recomendado Unidades paquete rooftop. Fuente: T&D Energy

La vida útil de los sistemas tipo paquete (Rooftop) es 15 a 20 años, según cuidado y mantenimiento. Para su instalación requiere de cubiertas firme y nivelada, con soportes antivibración, ubicadas dentro de un espacio libre suficiente para mantenimiento y circulación de aire (mínimos del fabricante), asegurando protección contra agua, viento y vibraciones.

3.3 Selección de refrigerantes

En el contexto actual de climatización, la selección adecuada del refrigerante es clave para reducir el impacto ambiental, mejorar la eficiencia energética y cumplir con las regulaciones internacionales sobre cambio climático. A medida que se eliminan progresivamente los refrigerantes de transición con alto potencial de calentamiento global (GWP), como los HFCs tradicionales (por ejemplo, R-410A y R-134a), han surgido distintas alternativas: los refrigerantes de transición de bajo GWP, los refrigerantes naturales y los de nueva generación como los HFO.

Los refrigerantes de transición, como el R-32, representan una mejora respecto a sus predecesores al tener un menor GWP (aproximadamente 675, frente a más de 2.000 del R-410A) y ofrecer buenas prestaciones térmicas. Son ampliamente utilizados en equipos residenciales y comerciales de expansión directa, y permiten una transición más gradual sin necesidad de rediseñar completamente los sistemas existentes. Sin embargo, su impacto ambiental sigue siendo considerable frente a opciones más sostenibles.

Por otro lado, los refrigerantes naturales como el CO_2 (R-744), el propano (R-290) o el amoníaco (R-717), ofrecen una solución con muy bajo o nulo GWP y excelente eficiencia. Estos refrigerantes son ambientalmente preferibles, pero su aplica-

ción puede verse limitada por factores como la inflamabilidad (R-290), la toxicidad (R-717), o la necesidad de presiones muy altas (R-744), lo que requiere diseños de sistema específicos y mayores medidas de seguridad.

Finalmente, los refrigerantes HFO (como el R-1234yf y R-1234ze) han surgido como una alternativa de bajo GWP (<1), no inflamables o levemente inflamables, y compatibles con tecnologías existentes. Su principal ventaja es que combinan un impacto ambiental muy bajo con buena estabilidad química y menores restricciones de seguridad comparados con algunos refrigerantes naturales.

Este apartado no limita el uso de refrigerantes R-410 y R134, tiene el objetivo de sensibilizar, informar y promover el uso de refrigerantes de menor impacto dado que privilegiar el uso de refrigerantes naturales y del tipo HFO, permitirá a la organización adaptarse a los objetivos mundiales de lucha contra el cambio climático y estar a la vanguardia de tecnologías de alto desempeño energético y ambiental.

Por otro lado, se recomienda tener en cuenta incluir dentro de los planes de mantenimiento la Guía para el control de fugas de refrigerante, establecida por el ministerio de ambiente con el fin de ofrecer metodologías prácticas para la detección, evaluación y corrección de fugas en sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Su implementación no solo reduce emisiones contaminantes, sino que también mejora la eficiencia energética y optimiza los costos operativos en las instalaciones industriales y comerciales

https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/publicaciones-de-la-unidad-tecnica-ozono/

3.4 Condiciones infraestructura

A continuación, se presentan recomendaciones técnicas a nivel de infraestructura y operaciones a tener en cuenta, para la correcta instalación y uso de los aires acondicionados:

Infraestructura eléctrica eléctrico

- Selección eléctrica adecuada: Es indispensable verifica la demanda de potencia (kW) del equipo y elegir un interruptor y cableado con capacidad suficiente (considera factor de simultaneidad y pérdidas). De igual forma, se recomienda el uso de disyuntores específicos según la ficha técnica del equipo y preferir circuitos independientes para cada unidad, especialmente para unidades de gran capacidad.
- Cableado y tomacorrientes: Es necesario usar conductores adecuados para la carga con protección contra golpes y vibraciones, evitando conectar a iluminación o circuitos compartidos.
- Protección eléctrica: Instalar interruptor diferencial e interruptor termomagnético (origen en US/EU, según normativa local) en el tablero. De igual manera, es necesario asegurar puesta a tierra e instalar protección contra sobretensiones para evitar daño por picos.
- Organización cableado Rack: Los cables desordenados son una de las principales causas de rejillas de ventilación bloqueadas y flujo de aire restringido en los racks. Se recomienda mantenerlos organizados y seguros con bandejas, correas de velcro o bridas. Asi

mismo, asegurarse de que los equipos cuenten con la ventilación suficiente.

Diagrama unifilar

Las nuevas instalaciones, así como los proyectos de renovación de sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica, deberán entregar un diagrama unifilar eléctrico que represente la ubicación y conexión de todos los equipos instalados, desde el punto de acometida principal hasta la conexión final. Este diagrama debe incluir la identificación de circuitos, protecciones, y tableros asociados exclusivamente al sistema HVAC.

Se requiere que los equipos estén alimentados desde un tablero eléctrico secundario exclusivo para sistemas de aire acondicionado. En caso de no existir dicho tablero, deberá instalarse uno conforme a las normas eléctricas vigentes y con capacidad de expansión futura.

El diagrama unifilar deberá ser presentado y validado por el equipo técnico de la Rama Judicial antes de proceder con la instalación.

Temperaturas

Los equipos de climatización deben estar integrados o ser compatibles con un sistema de control centralizado, que permita su gestión remota. En caso de que no se disponga de este sistema en la fase actual del proyecto, los equipos deberán estar preparados para ser integrados en futuras renovaciones.

Cada unidad interior debe contar con un termostato mural programable, con posibilidad de limitar el rango de operación de temperatura. El sistema deberá estar configurado para:

- Establecer una temperatura mínima ajustable no menor a 20 °C.
- Asignar una temperatura de 24 °C por defecto al momento del encendido o reinicio del equipo.

Encendido y apagado

Los equipos deben estar conectados a un tablero eléctrico que integre un sistema de control horario automatizado para el encendido y apagado. En caso de no existir dicho sistema, deberá instalarse como parte del proyecto.

El horario de funcionamiento debe programarse de acuerdo con los horarios de ocupación de la edificación. En ausencia de esta información, se deberá establecer un horario operativo por defecto entre las 7:00 a. m. y las 6:00 p. m.

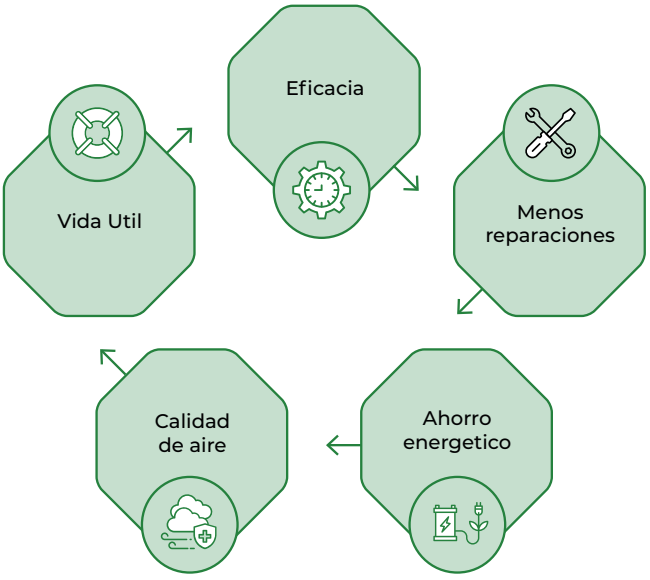
Este sistema de control debe contar con una función centralizada de encendido manual excepcional, que permita activar los equipos fuera del horario programado únicamente desde el tablero eléctrico, sin posibilidad de operación directa por parte del usuario final.

Ventilación natural estratégica

Por otro lado, es crucial garantizar una ventilación natural estratégica, aprovechando la ventilación cruzada cuando las condiciones climáticas lo permiten, para reducir la necesidad de aire acondicionado; esto implica considerar la dirección predominante de los vientos y la ubicación de las aberturas. Asimismo, el control de infiltraciones de aire es indispensable para evitar puentes térmicos, por lo que se recomienda sellar adecuadamente puertas, ventanas y otras aberturas para evitar la entrada de aire caliente no acondicionado.

3.5 Análisis de costo de vida

Al considerar el ciclo de vida de las instalaciones, los responsables de la toma de decisiones pueden priorizar las medidas de ahorro energético que minimizan el impacto ambiental general y maximizan el ahorro de costos a largo plazo. En ese sentido, es importante calcular el tiempo de amortización de la energía y las emisiones de carbono de las medidas de eficiencia energética, considerando adicionalmente, el impacto económico y ambiental de los procesos de mantenimiento a largo plazo y la vida útil de los componentes.



3.6 Seguimiento y control

3.6.1 Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo

La falta de mantenimiento en los sistemas HVAC, puede tener repercusiones en la vida útil de los equipos, mayores consumos de energía, impacto en el confort y calidad de aire.

- Eficacia: Permite garantizar la correcta circulación de aire y operación continua de los equipos., por lo tanto, es indispensable realizar limpieza periódica a ductos, así como el reemplazo de filtros.
- Vida útil: Necesidad de programar visitas de inspección de equipos (semestralmente), evitando el desgaste de equipos hasta en un 30% por falta de inspección.
- Menos reparaciones: Prevenir intervenciones costosas por descuido en mantenimientos preventivos, evitando averías y reparaciones de emergencia.

Como política en la entidad, se tiene la implementación de prácticas de mantenimiento preventivo y predictivo. El mantenimiento preventivo busca analizar el historial del rendimiento del equipo para hacer estimaciones informadas sobre su estado, principalmente en seguimiento de cambio de refrigerantes, filtros y limpieza de componentes. Se recomienda implementar las siguientes practicas:

- Registro permanente hoja de vida de equipos: Se debe crear una vez se entregue por parte del instalador, incluyendo datos básicos, registro de mantenimientos/ cambio de componentes e inspecciones.
- Registro implementación de recomendaciones de plan de mantenimiento de la entidad.
- Uso de sensores de CO_2, temperatura, humedad y control de consumo energético.

Se recomienda establecer un programa de mantenimiento regular (mensual), que incluya prácticas de mantenimiento preventivo tales como limpieza de filtros, revisión de serpentines, comprobación de niveles de refrigerante, inspección de conductos y verificación del funcionamiento de los controles.

- Realizar termografías (pruebas de instalación)
- Personal Capacitado: Asegurar que el personal encargado del mantenimiento esté debidamente capacitado.
- Detección y Corrección Temprana de Fallos: Implementar procedimientos para la detección temprana y la corrección oportuna de cualquier anomalía o fallo en el sistema.
- Consideraciones Adicionales:

Por su parte, el mantenimiento predictivo consiste en utilizar análisis de datos y tecnologías avanzadas para anticipar y solucionar posibles problemas en el equipo antes de que provoquen fallas o disminuyan su eficiencia. Estos datos se obtienen mediante sensores y sistemas de monitoreo continuo, que supervisan los rangos de operación y generan alertas ante desviaciones que puedan indicar fallas o necesidades de mantenimiento. Este enfoque ayuda a reducir el desgaste de los equipos, evitar consumos excesivos y acortar los tiempos de respuesta ante reparaciones, optimizando así el rendimiento y la vida útil de los sistemas.

En sistemas de mantenimiento predictivo, el uso de sensores de vibración mide el nivel y la frecuencia del movimiento de los componentes del sistema HVAC.

3.6.2 Monitoreo y verificación del desempeño

Se realiza con el objetivo de evaluar si el sistema está funcionando de manera eficiente, cumpliendo con los objetivos de confort térmico y consumo energético establecidos. Este proceso puede aplicarse tanto para evaluar eficiencia energética como para detectar fallas o bajo rendimiento, incluyendo datos como:

- Horas de operación promedio diaria.
- Consumo eléctrico estimado o medido.
- Temperaturas de operación (interior y exterior).
- Nivel de confort (mediciones o encuestas).

A tener en cuenta:

Para cada sede, se tendrá como premisa los indicadores resultados de la auditoria energética de 2025.

3.6.3 Gestión ambiental y disposición de residuos

La gestión de residuos de componentes de sistemas HVAC, está regida la ley 1672 de 2013 que establece los lineamientos para la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Por su parte, la resolución 0851 de 2022, establece requisitos para la implementación y operación de puntos de recolección de RAEE.

Es responsabilidad de las empresas que instalan sistemas de aire acondicionado de que los residuos generados durante la instalación y el mantenimiento de los sistemas sean manejados adecuadamente, entregando a la entidad los soportes correspondientes que evidencien el cumplimiento normativo.

A continuación se presentan programas de posconsumo a tener en cuenta por parte de los funcionarios de la entidad, encargados de la gestión de infraestructura y mantenimiento en cada sede:

- Red Verde: Este programa, impulsado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se enfoca en la recolección y reciclaje de neveras, aires acondicionados, lavadoras y microondas.
- Recolección por parte de distribuidores: Algunas empresas, como parte de sus estrategias de gestión ambiental, ofrecen la recolección de sus productos usados, incluyendo aires acondicionados, para su adecuado tratamiento.
- Puntos Limpios: Los municipios suelen contar con Puntos Limpios donde los ciudadanos pueden llevar sus residuos electrónicos, incluyendo aires acondicionados, para su correcta disposición.
- Secretaría Distrital de Ambiente: La Secretaría Distrital de Ambiente en Bogotá gestiona la disposición final de residuos de línea blanca, incluyendo aires acondicionados, a través de programas posconsumo. En el caso de otras ciudades, se deberá consultar con los profesionales de gestión ambiental, que indiquen como realizar la gestión evaluando opciones como acopio.

4. Aseguramiento del rendimiento: entrega y operación

Los procesos de intervención deben incluir prácticas de supervisión durante y después las intervenciones, con el fin de asegurarse del cumplimiento de las instalaciones de acuerdo a los estándares normativos. Se sugiere realizar actividades de medición y verificación, como parte del procedimiento de comisionamiento previo a la puesta en funcionamiento de las edificaciones.

La puesta en marcha en sitio requiere la participación, al menos, de las siguientes partes:

- Contratista: Asistencia del representante técnico que avale las instalaciones con su tarjeta profesional correspondiente. En el caso que se tengan subcontratistas, aplican los mismos procedimientos, los cuales deben ser supervisados por el contratista.
- Diseñador: Es indispensable que el diseñador (externo o interno de la entidad), asista y valide que los diseños se están construyendo tal cual los planos, especificaciones y memorias de cálculo. La instalación debe contar con su visto bueno, para evitar inconsistencias entre el diseño y las instalaciones.
- Interventoría o supervisión del contrato: Encargados de supervisar la instalación, en concordancia con los diseños, ítems y cantidades. Deben velar por el cumplimiento de las normas técnicas, y el recibo de las obras/ proyectos con la respectiva entrega de.

4.1 Puesta en marcha (Comisionamiento)

Los procedimientos de prueba prefuncional generalmente requieren la evaluación de motores y cableado por parte del contratista eléctrico, así como la verificación del desempeño de los componentes por parte del representante del fabricante y los subcontratistas mecánico, de TAB y de control.

Pruebas recomendadas para implementar:

Testing	Se utilizan instrumentos especializados y calibrados para medir varios aspectos de su sistema de flujo de aire, incluyendo temperaturas, presiones, velocidades y cantidades de agua. Todos estos aspectos pueden tener un impacto directo en la eficiencia de su sistema en su conjunto.
Adjusting	Una vez medido el sistema, el proceso de ajuste consiste en el uso de compuertas, ajuste de las velocidades del ventilador y dispositivos de control automático.
Balancing	El Balanceo se refiere a la regulación de los flujos de aire o agua a través de todo el sistema para lograr el volumen ya de aire o agua deseado.

Otras pruebas recomendadas a tener en cuenta, dependiendo el tamaño y la complejidad de la instalación:

- Prueba de arranque de equipos (verificación de voltaje y amperaje).
- Prueba de Flush Out (limpieza de ductos y componentes antes de la operación).
- Prueba de hermeticidad en tuberías.
- Prueba de sellado en los ductos.
- Prueba de soldadura en tuberías.
- Prueba de vacío en sistemas de refrigeración.

4.2 Protocolos de operación, control y monitoreo

Los protocolos de mantenimiento de la entidad deben enfocarse en prolongar la vida útil de los diferentes sistemas, con el objetivo de reducir la ocurrencia de fallas en la prestación de servicios. Además, es fundamental evitar que la falta de cuidado y atención se traduzca en mayores costos de energía, los cuales podrían afectar negativamente la gestión energética de los edificios.

Estos protocolos y manuales de mantenimiento y operaciones, deben ser entregados por cada contratista/ proveedor, indicando las recomendaciones de uso, que permitan el mantenimiento de los equipos, garantía y mantener el confort especificado en diseños.

Una vez entregados como requisito de recibo de los proyectos, se deben trasladar al personal administrativo/ mantenimiento, asignando al personal responsable de implementar los planes de acuerdo a las especificaciones entregadas en el comisionamiento

Rama Judicial
Consejo Superior de la Judicatura
República de Colombia

Objeto del contrato	Consultoría especializada para la realización de la Auditoría Energética para los Inmuebles AUDITORIA ENERGÉTICA DE LOS INMUEBLES propiedad de la Rama Judicial, de acuerdo con la normatividad legal vigente.	
Número de contrato	No. 220 de 2024	
Distribución	Rama Judicial	
Versión - Fecha	15/08/2025	
Redactado por	Juan Pablo Jaramillo, Andrés Meneses y Catalina Bohorquez	
Validado por	Helmer Acevedo	
Histórico de las versiones	V.1	

La presente guía ha sido redactada por la Unión Temporal T&D Energy (TERAO Colombia S.A.S, DENKEN S.A.S y Fernando Bohorquez y CIA S.A.S) , para la Rama Judicial, con el objetivo de promocionar la eficiencia en el uso final de la energía en los edificios. El contenido tiene derechos de autor y no puede ser reproducido sin autorización.

UT T&D ENERGY