

**Secretaría Distrital
Planeación Bogotá**

**Protocolo de implementación para el cumplimiento de
los porcentajes de ahorro en agua y energía para la
ciudad de Bogotá D. C., establecidos en la Resolución
549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y
Territorio**



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Protocolo de implementación para el cumplimiento de los porcentajes de ahorro en agua y energía para la ciudad de Bogotá D. C., establecidos en la Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

Contenido

Presentación.....	6
Glosario	7
Capítulo 1. Introducción al Protocolo de Implementación	8
1.1. Cumplimiento de la Resolución 549 de 2015	8
1.2. Introducción al Protocolo.....	8
1.3. Porcentajes mínimos de ahorro en Bogotá.....	9
1.4. Métodos para el cumplimiento de la Resolución 549 de 2015.....	10
Capítulo 2. Método de desempeño para el cumplimiento de los ahorros definidos en la Resolución 549 de 2015.....	11
2.1. Optimización de los recursos	11
Capítulo 3. Método prescriptivo para el cumplimiento de los ahorros definidos en la Resolución 549 de 2015	12
Capítulo 4. Metodologías por tipo de edificación para el cumplimiento de las Resolución 549 de 2015.....	13
Oficinas 14	
4.1. Oficinas.....	15
4.1.1. Método de desempeño para el ahorro de energía	15
4.1.2. Método de desempeño para el ahorro de agua.....	19
4.1.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía.....	23
4.1.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua	24
Centros comerciales.....	26
4.2. Centros comerciales	27
4.2.1. Método de desempeño para el ahorro de energía	27
4.2.2. Método de desempeño para el ahorro de agua.....	31
4.2.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía.....	35
4.2.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua	37
Hoteles 38	
4.3. Hoteles.....	39
4.3.1. Método de desempeño para el ahorro de energía	39
4.3.2. Método de desempeño para el ahorro de agua.....	43
4.3.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía.....	47
4.3.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua	49
Colegios50	
4.4. Colegios.....	51
4.4.1. Método de desempeño para el ahorro de energía	51
4.4.2. Método de desempeño para el ahorro de agua.....	55
4.4.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía.....	59
4.4.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua	60
Hospitales	61
4.5. Hospitales	62



4.5.1.	Método de desempeño para el ahorro de energía	62
4.5.2.	Método de desempeño para el ahorro de agua	66
4.5.3.	Método prescriptivo para el ahorro de energía.....	70
4.5.4.	Método prescriptivo para el ahorro de agua	72
Educación superior		74
4.6.	Educación superior	75
4.6.1.	Método de desempeño para el ahorro de energía	75
4.6.2.	Método de desempeño para el ahorro de agua.....	79
4.6.3.	Método prescriptivo para el ahorro de energía.....	83
4.6.4.	Método prescriptivo para el ahorro de agua	84
Vivienda de estratos 3 y 4 (no VIS, no VIP).....		86
4.7.	Vivienda de estratos 3 y 4	87
4.7.1.	Método de desempeño para el ahorro de energía	87
4.7.2.	Método de desempeño para el ahorro de agua.....	91
4.7.3.	Método prescriptivo para el ahorro de energía.....	95
4.7.4.	Método prescriptivo para el ahorro de agua	97
Vivienda de estratos 5 y 6		98
4.8.	Vivienda de estratos 5 y 6	99
4.8.1	Método de desempeño para el ahorro de energía	99
4.8.2.	Método de desempeño para el ahorro de agua.....	103
4.8.3.	Método prescriptivo para el ahorro de energía.....	107
4.8.4.	Método prescriptivo para el ahorro de agua	108
Bibliografía		110
Anexo 1.....		111
1. Vivienda de Interés Prioritario (VIP).....		111
1.1	Método de desempeño para el ahorro de energía.....	111
1.2	Método de desempeño para el ahorro de agua.....	115
1.3	Método prescriptivo para el ahorro de energía	119
1.4	Método prescriptivo para el ahorro de agua	120
2 Vivienda de Interés Social (VIS)		121
2.1	Método de desempeño para el ahorro de energía.....	121
2.2	Método de desempeño para el ahorro de agua.....	125
2.3	Método prescriptivo para el ahorro de energía	129
2.4	Método prescriptivo para el ahorro de agua	130
3 Vivienda de Interés Prioritario (VIP).....		131
3.1	Método de desempeño para el ahorro de energía.....	131
3.2	Método de desempeño para el ahorro de agua.....	135
3.3	Método prescriptivo para el ahorro de energía	139
3.4	Método prescriptivo para el ahorro de agua	139
4 Vivienda de Interés Social (VIS)		141



4.1	Método de desempeño para el ahorro de energía.....	141
4.2	Método de desempeño para el ahorro de agua.....	145
4.3	Método prescriptivo para el ahorro de energía	148
4.4	Método prescriptivo para el ahorro de agua	149
Anexo 2	151
Posibles medidas de eficiencia	151
1.	Posibles medidas de eficiencia energética	151
2.	Posibles medidas de eficiencia en el consumo del agua	163
Anexo 3. Formatos	167
1.	FMDE Formato Método de desempeño de energía para entregar un proyecto.....	168
2.	FMDA Formato de método de desempeño de agua para entregar un proyecto.....	170
3.	FMPE Formato de método prescriptivo de energía para entregar un proyecto.....	171
4.	FMPA Formato de método prescriptivo de agua para entregar un proyecto.....	194
Anexo 4. Ejemplo de aplicación del Protocolo de implementación-método de desempeño, en un proyecto de viviendas de estratos 3 y 4	215
1.	Método de desempeño ahorro de energía en viviendas de estratos 3 y 4	216
2.	Método de desempeño ahorro de agua en estratos 3 y 4	220

Presentación

En el desarrollo de la Bogotá Mejor para Todos, y en el marco de la iniciativa internacional denominada Energía Sostenible para todos (SE4ALL, por sus siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y del Banco Mundial, SE4ALL promueve las siguientes metas globales al año 2030: “1) garantizar el acceso universal a los servicios energéticos modernos; 2) duplicar la tasa mundial de mejora en eficiencia energética; 3) duplicar la participación de energías renovables en combinación con la energía mundial”. Así se formaliza el Programa Acelerador de Eficiencia Energética en Edificaciones (BEA, por sus siglas en inglés), como uno de los seis programas para escalar las acciones de eficiencia en el marco de la iniciativa internacional.

Al unirse al Programa BEA, el Distrito Capital se comprometió a cumplir, entre otros, con el objetivo de “(...) 1) implementar una política pública que ayude a duplicar la tasa de eficiencia energética, en línea con el segundo objetivo de la iniciativa SE4ALL. (...). Es así como el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), en su calidad de asesor técnico de la Secretaría Distrital de Planeación, contrató el estudio denominado *Bases técnicas para el desarrollo del Protocolo de Implementación de la Resolución 549 de 2015 en Bogotá*, con el cual se evaluó el desempeño en términos de consumo de agua y energía de las construcciones nuevas en Bogotá y las metodologías propias para el Distrito Capital de costo-efectividad para el cumplimiento de los porcentajes de ahorro de agua y energía obligatorios y voluntarios en edificaciones nuevas; todo esto acorde con lo dispuesto por la mencionada Resolución del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

A continuación se presenta el documento *Protocolo de Implementación para el cumplimiento de los porcentajes de ahorro en agua y energía para la ciudad de Bogotá D. C., establecidos en la Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio*, que contiene los métodos que se deben seguir en el diseño y desarrollo de los tipos de edificaciones para el cumplimiento de los ahorros obligatorios en agua y energía, minimizando los impactos en los costos directos de la construcción, contribuyendo de esta forma al desarrollo sostenible de la ciudad y a la mitigación y adaptación del cambio climático.

Secretaría Distrital de Planeación (2019)

Glosario

Construcción sostenible: se entiende por construcción sostenible el conjunto de medidas pasivas y activas, en diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía señalados en la Resolución 549 de 2015, encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social.

Edificación: entiéndase por edificación toda construcción pública o privada definida en el artículo 4 de la Resolución 549 de 2015 de adopción del presente protocolo.

Métodos indicativos para el cumplimiento de los porcentajes de ahorro: son los modos propuestos de referencia a seguir los tipos de edificaciones nuevas para el cumplimiento de los ahorros obligatorios y se clasifican como método de desempeño y método prescriptivo. Cada proyecto puede decidir cuál de los dos métodos es el más indicado para sus características específicas.

Método de desempeño: es el método indicativo por medio del cual los tipos de edificaciones nuevas pueden seleccionar las medidas de eficiencia y conceptos de diseño que más se adecúen a la realidad del proyecto y que requiere el desarrollo de modelaciones energéticas y cálculos de consumos de agua.

Método prescriptivo: es el método indicativo que proporciona un conjunto de medidas específicas para cada tipo de edificación, con las cuales se garantizan el cumplimiento de los porcentajes de ahorro de agua y energía estipulados en la Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Porcentaje de ahorro: corresponde a la proporción del consumo de agua y energía que se pretende disminuir en las edificaciones, mediante la implementación de medidas activas o pasivas en el diseño de acuerdo con la definición de la Resolución 549 de 2015.

Protocolo de Implementación: es el documento con los métodos indicativos a seguir en el diseño y desarrollo de los tipos de edificaciones para el cumplimiento de los ahorros obligatorios en agua y energía minimizando los impactos en los costos directos de la construcción.

Capítulo 1. Introducción al Protocolo de Implementación

1.1. Cumplimiento de la Resolución 549 de 2015

La Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio adopta la “Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones” y establece porcentajes mínimos obligatorios de ahorro de agua y energía para las nuevas edificaciones del país. De acuerdo con el artículo tercero de la misma norma “Ámbito de aplicación y gradualidad”, las edificaciones nuevas de Bogotá deben cumplir con los porcentajes establecidos para clima frío desde el primero de agosto de 2016.

1.2. Introducción al Protocolo

Bogotá tiene un fuerte compromiso con la reducción de los consumos energéticos y de agua de las edificaciones de la ciudad y, por consiguiente, con la reducción de consumo de recursos naturales y la generación de emisiones y de impactos asociados al sector de la construcción. Esto con miras a contribuir con los objetivos globales del cambio climático de una forma muy concreta.

Como parte de este compromiso y de la participación de Bogotá en el programa *Building Efficiency Accelerator* (BEA), se ha determinado que una prioridad para la ciudad es lograr la correcta implementación de la Resolución 549 de 2015 y mejorar el potencial de ahorro en agua y energía para edificaciones nuevas. Para el efecto, se desarrolló el Protocolo de Implementación de esa norma, que pretende generar un mecanismo claro y estandarizado por medio del cual se pueda demostrar el cumplimiento de la resolución, y adicionalmente constituir una herramienta para que en el diseño y desarrollo de proyectos se potencien los ahorros energéticos y de consumo de agua sin generar impactos significativos en los costos directos de construcción.

Este Protocolo es un insumo fundamental para lograr que los diferentes constructores y desarrolladores encuentren una herramienta para medir de forma estandarizada los ahorros en agua y energía en sus proyectos, gracias a la implementación de estrategias de ahorro. Igualmente, crea un marco de referencia para la industria de la construcción en general para desarrollar proyectos de alto desempeño, de una manera costo-efectiva. Así mismo, sirve a la administración distrital para generar mecanismos para el aseguramiento de la implementación de la Resolución 549 de 2015 en la ciudad, con los beneficios en la mejora de la eficiencia en temas de agua y energía de todas las edificaciones nuevas que se construyan y en la calidad de vida de los bogotanos.

Finalmente, es muy importante aclarar que este Protocolo no es una norma adicional ni requiere de otros trámites: es, ante todo, una herramienta de sostenibilidad ambiental, social y económica para la capital y para los constructores.

En la medida en que todos los proyectos nuevos que se construyan en Bogotá logren los ahorros reglamentados en la resolución, se reducirán sustancialmente los consumos de recursos y se contribuirá a lograr las metas de eficiencia energética y de consumo de agua que se han propuesto la ciudad y el país.

1.3. Porcentajes mínimos de ahorro en Bogotá

Teniendo en cuenta el ámbito de aplicación y gradualidad previstos en la Resolución 549 de 2015 para clima frío, en la Tabla 1 se muestran los porcentajes de ahorro obligatorios para edificaciones nuevas en Bogotá, con excepción de los porcentajes de ahorro descritos para viviendas VIS y VIP, los cuales son indicativos y por lo tanto serán de optativo cumplimiento.

Tabla1. Porcentajes de ahorro que deben cumplirse en Bogotá desde el 2 de agosto de 2017

	PORCENTAJE DE AHORRO EN ENERGÍA	PORCENTAJE DE AHORRO AGUA
HOTELES	20	25
HOSPITALES	35	10
OFICINAS	30	30
CENTROS COMERCIALES	25	25
EDUCATIVOS	45	45
VIVIENDA NO VIS	25	25
VIVIENDA VIS	20	10
VIVIENDA VIP	15	10

Fuente: elaboración propia a partir de la Resolución 549 de 2015

Estos ahorros toman como Línea Base de Consumo de Agua y Energía la contenida en el Anexo 1 de la Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Igualmente, se definen los tipos de edificaciones que deben cumplir con los porcentajes obligatorios en la Tabla 2.

Tabla2. Tipos de edificaciones que deben cumplir con los ahorros definidos en la Tabla 1 en Bogotá

Tipo de edificación	Escala Resolución 549 de 2015	Clasificación Usos del Suelo Bogotá Decreto Distrital 190 de 2004
Hoteles	Más de 50 habitaciones.	Servicios Turísticos de Escala Metropolitana.
Hospitales	Hospitales, clínicas, empresas sociales e institucionales privadas con Área de Construcción igual o superior a 5000 m2. Para el cálculo no se incluyen las zonas destinadas a estacionamientos.	Según Plan Maestro vigente o la norma que lo modifique, adicione o sustituya.
Oficinas	Área superior a 1500 m2. Para el cálculo no se incluyen las zonas destinadas a estacionamientos.	Servicios: <ul style="list-style-type: none"> Servicios a Empresa e Inmobiliarios de escala urbana.

		<ul style="list-style-type: none"> • Servicios de Logística de escala urbana. • Servicios profesionales técnicos especializados de escala zonal. <p>Con un Área Construida mayor a 1500 m2.</p>
Centros comerciales	Área total construida mayor a 6000 m2. Para el cálculo no se incluyen las zonas destinadas a estacionamientos.	Comercio: Comercio de escala metropolitana con un área construida ¹ mayor a 6000 m2.
Educativos	Educación superior y centros de investigación, educación preescolar básica, media, centros tecnológicos, educación no formal; Más de 1500 alumnos.	Según Plan Maestro vigente o la norma que lo modifique, adicione o sustituya.
Vivienda no VIS	Todas	Vivienda ²
Vivienda de interés social (VIS) Vivienda de interés prioritario (VIP)	Todas	Vivienda ³ .
<p>Notas:</p> <p>1. Inciso 2 del párrafo del artículo 2 del Decreto Distrital 079 de 2015 “(...) se entiende por área de ventas, el área construida definida en el Glosario anexo al Decreto Distrital 190 de 2004. (...)”.</p> <p>2. Vivienda no VIS localizada en estratos 3 y 4, y estratos 5 y 6.</p> <p>3. De acuerdo con definición legal de Vivienda de Interés Social – VIS y Vivienda de Interés Prioritario - VIP.</p>		

Fuente: elaboración propia a partir de la Resolución 549 de 2015

1.4. Métodos para el cumplimiento de la Resolución 549 de 2015

Este Protocolo presenta dos métodos para el cumplimiento de los porcentajes de ahorro obligatorios establecidos en la norma: el de desempeño y el prescriptivo, que serán explicados en los capítulos 2 y 3 a continuación. Cada proyecto podrá decidir cuál camino tomar para el cumplimiento de los ahorros obligatorios.

Además, se incluye un subcapítulo para cada tipología definida en la Tabla 2, que cuenta con el paso a paso que deben seguir los proyectos de construcción para cumplir con los

ahorros obligatorios. Cada subcapítulo tiene cuatro partes: dos basadas en el método de desempeño y dos basadas en el método prescriptivo. De esta forma cada proyecto deberá decidir cuál de los dos métodos es el más indicado para sus características específicas o si opta por demostrar los ahorros de agua o energía por una opción, y los otros por la otra opción (por ejemplo demostrar los ahorros de energía por el método prescriptivo y los ahorros de agua por el método de desempeño).

Igualmente, se incluyen como anexo los formatos que deberán diligenciar los encargados de los proyectos y el verificador del cumplimiento para las dos opciones descritas anteriormente.

Capítulo 2. Método de desempeño para el cumplimiento de los ahorros definidos en la Resolución 549 de 2015

El método de desempeño proporciona a los proyectos un conjunto de parámetros para que cada proyecto pueda seleccionar las medidas de eficiencia y conceptos de diseño que más se adecuen a la realidad misma del proyecto. En cuanto a la energía, se sugiere el uso del Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 para desarrollar una modelación energética de una línea base estable específica para el proyecto y del caso específico de diseño del proyecto dado.

En el tema de aguase propone una metodología por medio de la cual se utilizan los parámetros de consumo de la NTC 1500 (tercera actualización) (Icontec, 2017) para generar una línea base del proyecto y los parámetros específicos del proyecto para crear el caso de diseño. En los dos casos la línea base debe ajustarse a las condiciones locales antes de calcular los ahorros del proyecto. Los que deseen utilizar una metodología diferente a la sugerida pueden hacerlo, siempre y cuando demuestren la equivalencia de los ahorros obtenidos con el método propuesto. Aunque el Protocolo solo exige la presentación de los resultados finales de simulación y cálculos de agua una vez el proceso de diseño esté finalizado, se recomienda emplear el Método de Desempeño como herramienta de diseño desde las primeras fases.

2.1. Optimización de los recursos

Varios estudios a nivel mundial han demostrado que, con el fin de potencializar la sostenibilidad de los proyectos y de lograr resultados de alto desempeño, sin generar impactos considerables a los presupuestos, lo que se debe hacer es buscar optimizar las sinergias que existen entre los diferentes sistemas que componen el proyecto. Es decir, tener una mirada sistémica, que permita entender las relaciones existentes entre los sistemas y potenciar estas interacciones.

Para esto se han desarrollado los procesos integrativos o procesos integrados, que buscan promover que los distintos diseñadores y tomadores de decisión entren al proyecto lo más temprano posible cuando su conocimiento y experticia pueda tener la mayor influencia en la sostenibilidad del proyecto y los impactos en costos son los menores. De igual forma, se busca que la mayor parte de las decisiones sean tomadas en las primeras fases del proyecto y apoyadas por diferentes herramientas de toma de decisión como la modelación energética y los cálculos de consumo de agua.

Los procesos de modelación energética y los cálculos de consumo de agua buscan servir como herramientas para que los proyectos evalúen los ahorros de un conjunto único de medidas de eficiencia que sea el que más se ajusta a las metas de sostenibilidad y para evaluar diferentes opciones o alternativas del proyecto. En este orden de ideas lo que se pretende es que cada proyecto genere su propia línea base, de acuerdo con sus condiciones de operación, y que pueda determinar los ahorros relativos a esta línea base.

En los subcapítulos del Capítulo 4 se presentan los pasos sugeridos para implementar el método de desempeño tanto para los ahorros de agua, como los de energía para cada una de las tipologías. Para proyectos de uso mixto se sugiere seguir la metodología de simulación y cálculo aplicable para cada tipología y hacer un estimativo ponderado de ahorro tomando como base la proporción de áreas para los ahorros de la línea base y del caso de diseño.

Finalmente, en el Anexo 2 se presenta un listado extenso de algunas medidas de eficiencia que los equipos de diseño de los proyectos pueden estudiar. También se define si las medidas son pasivas o activas en virtud de lo definido en la Resolución 549 de 2015 y con el objetivo de diligenciar el Formulario Único Nacional (FUNL), según la Resolución 463 de 2017 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017) para las solicitudes de licencias urbanísticas y el reconocimiento de edificaciones.

Estas medidas deben ser caracterizadas y especificadas de acuerdo con la tipología del proyecto. En todos los casos se espera que se seleccionen las medidas de eficiencia y las estrategias que mejor se adapten a los requerimientos de operación de la edificación. Este listado es de carácter indicativo, por lo que el equipo del proyecto podrá buscar cualquiera que se adapte a su plan, no tiene que ser una de las presentadas en el listado.

Capítulo 3. Método prescriptivo para el cumplimiento de los ahorros definidos en la Resolución 549 de 2015

El método prescriptivo proporciona a los proyectos un conjunto de medidas de eficiencia de consumo de agua y de energía, diseñadas para potencializar los ahorros. Se presenta un conjunto de disposiciones específicas para cada tipología, que son las más adecuadas en términos de costo-eficiencia.

Es importante tener en cuenta que el proyecto puede optar por utilizar el método prescriptivo para demostrar el cumplimiento con el ahorro de agua, con el ahorro de energía o con ambos. En el caso de cumplir con uno de los dos requerimientos (agua o energía), necesariamente debe emplearse el método de desempeño para demostrar el otro ahorro.

En los subcapítulos del Capítulo 4 se presentan los distintos conjuntos de medidas que constituyen el método prescriptivo para cada una de las tipologías y los parámetros requeridos en cada una de ellas. Para los proyectos de uso mixto se recomienda utilizar para cada tipología dentro de la edificación las medidas que sean aplicables.

Adicionalmente, en el Anexo 2 se muestra un listado extenso de las medidas contenidas en los paquetes prescriptivos de este Protocolo. Como se mencionó anteriormente, este listado especifica si las medidas son pasivas o activas de acuerdo con la norma en cuestión y con el objetivo de diligenciar el Formulario Único Nacional (FUNL) según la

Resolución 463 de 2017 (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2017) para las solicitudes de licencias urbanísticas y el reconocimiento de edificaciones.

Capítulo 4. Metodologías por tipo de edificación para el cumplimiento de las Resolución 549 de 2015

En este capítulo se describen los métodos para el cumplimiento de la Resolución 549 de 2015 para cada tipología regulada. Así, los siguientes ocho (8) subcapítulos presentan cada uno: 1) Método de desempeño para el ahorro de energía; 2) Método de desempeño para el ahorro de agua; 3) Método prescriptivo para el ahorro de energía y 4) Método prescriptivo para el ahorro de agua.

Es importante aclarar que el cumplimiento de los porcentajes de ahorro de agua y energía definidos en la Resolución es optativo para los proyectos VIS y VIP. Sin embargo, con el objetivo de promover la implementación de ahorros en todas las tipologías y beneficiar a todos los sectores de la población, en el Anexo 1 se presentan las metodologías para el cumplimiento de ahorros de agua y energía en proyectos VIS y VIP.

Finalmente, con el objetivo de ilustrar la implementación del Protocolo, en el Anexo 4 se encuentra un ejemplo de implementación del método de desempeño basado en la tipología Vivienda de estratos 3 y 4 (no VIS, no VIP).



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Oficinas

4.1. Oficinas

4.1.1. Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma como debe calcularse el ahorro de energía para la tipología Oficinas según el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño energético.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea base según los parámetros dados en ese estándar.

Paso 2. Ajustar la línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Oficinas

El consumo energético de la línea base debe adecuarse mediante el empleo de un factor de ajuste a las condiciones locales específicas de la tipología Oficinas¹atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA [Eq. 1]$$

Donde:

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste de línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología oficinas corresponde a 1.037.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante, empleando los parámetros de diseño que se hayan definido para el edificio y generar el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que se pueden emplear con arreglo a las prioridades del proyecto. La Tabla 3 resume la metodología que debe seguir el proyecto en cuanto a los parámetros de simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

¹ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHARE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

Tabla 3. Resumen de metodología caso de diseño oficinas

ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1. Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 2. Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3. Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4. Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla4. Si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5. Envoltente del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6. Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla4.
Sección 7. Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8. Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9. Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10. Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla4 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11. Agua caliente doméstica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 12. Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla4. La ocupación debe ser la que tendrá el proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla4.
Sección 13. Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14. Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15. Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16. Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17. Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90.1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 3 se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación debe referirse a la Tabla4 que contiene un listado de medidas sugeridas.

Tabla4. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño Oficinas

Ítem	Parámetro
Horario ocupación	Desde 00:00 hasta 07:00:0% Desde 08:00 hasta 19:00:100% Desde 20:00 hasta 24:00:0%
Densidad de ocupación	Consultar NSR10
Carga de tomas	8.07 W/m ²
Rango de confort	18.5°C-24°C
Carga de iluminación interior	12 W/m ²

Fuente: elaboración propia

Consideraciones especiales del caso de diseño:

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado, que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

Por tanto, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base tal como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En el segundo escenario se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El porcentaje de ahorro estará determinado por el proveedor del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

- Para proyectos que solo son desarrollados en las zonas comunes y que las zonas privadas se entregan para futura adecuación

Se deben incluir las estrategias de eficiencia dentro del reglamento de propiedad horizontal, de modo que los arrendatarios o propietarios también los cumplan dentro de sus espacios. Para las áreas que no sean desarrolladas por el constructor, se debe usar dentro de la modelación energética del caso de diseño los parámetros estipulados en el reglamento de propiedad horizontal.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

El equipo del proyecto debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p : Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Luego de realizar el cálculo anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro requerido obligatorio para la tipología Oficinas² con base en la ecuación 5:

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p : Ahorro del proyecto

A_r : Es el ahorro requerido

Para el caso de Oficinas el ahorro requerido obligatorio es de 20%.

² Ahorro obligatorio estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro requerido, insistir con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

Si el proyecto no logra alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para la particularidad del proyecto.

Paso 6. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Cuando se advierta que el ahorro del proyecto (A_p) es mayor o igual que el ahorro requerido para esta tipología, el valor de ahorro del proyecto (A_p) deberá multiplicarse por un factor de 1.5 para obtener el ahorro ajustado, comparable con el requerido por la Resolución 549 de 2015.

Si se supera el desempeño objetivo se deben emplear los dos formatos de presentación del proyecto por el método de desempeño para energía que se encuentran en el Anexo 3.

4.1.2. Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá la forma de determinar el ahorro de agua para la tipología Oficinas, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se describirán siete pasos que debe desarrollar el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la ocupación del proyecto, si se conoce. De lo contrario, se debe usar la densidad de ocupación según la NSR10 y el área del edificio (sin parqueaderos) para obtener la ocupación total de empleados. Esta ocupación debe asignar población femenina y masculina, si el proyecto cuenta con orinales.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción a las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En este último caso se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Es necesario incluir sanitarios, orinales, lavamanos y lavaplatos.

Grupos de uso: según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso, para asignarle a cada uno sus consumos, ocupantes y usos. Si en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar

un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene sanitario y orinal y otro solo el sanitario, se deben generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de baño, dado que la población de hombres que use el segundo baño tendrá que usar el sanitario todas las veces que requiera ya que no hay orinal.

Duraciones y frecuencias de uso: si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos) y la frecuencia de uso en el día se deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 6 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla6. Parámetros sugeridos para el cálculo de desempeño de consumo de agua Oficinas

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación	Consultar NSR10
Distribución de géneros	Hombres 50%, mujeres 50%
Duración aparatos de flujo	Lavamanos 0,5 min/uso Lavaplatos 0,25 min/uso
Usos diarios por persona*	Sanitarios mujeres 3 usos/día Sanitarios hombres 1 usos/día Orinal hombres 2 usos/día Lavamanos 3 usos/día Lavaplatos 1 uso/día

Fuente: elaboración propia

*Los usos están calculados para una permanencia de 8 horas. Si la dedicación de la ocupación es diferente estos se deben ajustar.

Paso 2. Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base deben usarse los caudales de la NTC1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4(ver página 94 de la NTC1500).

Cada consumo se calcula de la siguiente manera:

Para establecer el consumo de aparatos de descarga (sanitario): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]
F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \quad [\text{Eq. 7}]$$

Calcular consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * t * F \quad [\text{Eq. 8}]$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]
P: Número de usuarios del grupo de uso
CA: Caudal de aparato [lpm]
F: Frecuencia de uso diario
T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \quad [\text{Eq. 9}]$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al establecer los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y por lo tanto cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Oficinas

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología de Oficinas³teniendo en cuenta la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología de Oficinas es de 0.92.

³ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base de la NTC 1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2 pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada proyecto en particular.

Consideraciones especiales sobre el cálculo en caso de diseño

- Proyectos que reutilizan el agua tratada como estrategia de ahorro de agua: cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán en virtud de la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar, lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua: se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de (100 - % de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para establecer el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

- Para proyectos que se desarrollan solamente en las zonas comunes y en los que las zonas privadas se entregan para futura adecuación: se deben incluir las estrategias de eficiencia dentro del reglamento de propiedad horizontal, de manera que los arrendatarios o propietarios también los cumplan en sus espacios. Para las áreas que no sean desarrolladas por el constructor, se deben aplicar—dentro de la modelación energética del caso de diseño— los parámetros estipulados en el reglamento de propiedad horizontal.

Paso 5: Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para evaluar el ahorro de agua

Se aplica la ecuación 10.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a: Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, que es de 44%.

Paso 6. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo de trabajo tendrá que buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin de seleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo para la particularidad del proyecto.

Las medidas seleccionadas deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 44%.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 7. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro de caso propuesto es mayor o igual que el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, el valor de ahorro de caso propuesto deberá multiplicarse por un factor de 0.6818 para obtener el ahorro del proyecto ajustado que sea comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Cuando se supere el desempeño objetivo se debe utilizar el formato de presentación del proyecto por el método de desempeño para agua que se encuentra en el Anexo 3.

4.1.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro obligatorio para Oficinas, que se tomaron del paquete obligatorio simulado en este estudio por medio del cual se determinó el ahorro obligatorio para la tipología.

Tabla7. Medidas requeridas en el método prescriptivo para oficinas

Medida	Ítem	Requerimiento
LED para interiores	Luminarias tipo LED	Diseño de iluminación que demuestre una densidad de potencia de iluminación de máximo 10 W/m ² para oficinas y 3,5 W/m ² para parqueaderos en sótanos.
Controles de ocupación en corredores y exteriores	Sensores de presencia o vacancia	Las zonas comunes deben contar con sensores de ocupación para la iluminación.
Controles de ocupación en espacios interiores	Sensores de presencia o vacancia	Las oficinas deben contar con sensores de ocupación para la iluminación.
Control de iluminación por luz día en corredores y exteriores	Sensores de luz día	Las zonas comunes deben contar con sensores de luz día para la iluminación.
Iluminación natural a través de fachadas o cielos	Iluminancia	Se deben demostrar mínimo 105 Lux en el 75 % de espacios

Medida	Ítem	Requerimiento
		regularmente ocupados con iluminación natural.
Ventilación natural	Diseño bioclimático	El diseño bioclimático debe cumplir con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente. Al menos el 30% del área del edificio debe tener ventilación natural. Adicionalmente, las áreas con ventilación natural deben usar sensores de CO ₂ .
Sensores de CO en parqueaderos	Sensores de CO	El sistema de control para extracción de parqueadero debe usar sensores de CO.
Relación ventana-pared	Diseño arquitectónico	La relación ventana-muro debe ser de máximo a 50% ventana, 50% muro.

Fuente: elaboración propia

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Planos de iluminación y control de iluminación, fichas técnicas de luminarias.
3. Cálculos de iluminación natural.
4. Planos arquitectónicos.
5. Diseño de ventilación de sótanos.

El requerimiento de sensores de CO no aplica si el proyecto no tiene sótanos o si los sótanos son ventilados de forma natural en cuyo caso deberán entregarse cálculos o simulaciones del sistema bioclimático.

La totalidad del edificio debe cumplir estas medidas. Si se trata de los edificios que son desarrollados solo en las zonas comunes por el constructor y se entregan para futura adecuación, se deben incluir estos requerimientos dentro del reglamento de propiedad horizontal, de manera que los arrendatarios o propietarios también los cumplan dentro de sus espacios.

4.1.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua

La Tabla 8 muestra las pautas requeridas que deben cumplirse en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Oficinas.

Tabla8. Medidas de agua requeridas para el método prescriptivo de oficinas

Medida	Ítem	Requerimiento
Accesorios eficientes: sanitario doble descarga	Sanitario	Instalar sanitario de doble descarga (máximo de 6/4,8 lpd), ya sea de tanque o de fluxómetro. A efectos de los cálculos se usa el caudal ponderado del sanitario (para 6/4,8 lpd es 5,2 lpd estableciendo un total de 3 usos con 2 líquidos y 1 sólido).
Orinal convencional	Orinal	Instalar orinal con un consumo máximo de 1,9 lpd.
Accesorios ultraeficientes: grifo lavaplatos	Lavaplatos	Instalar grifo de lavaplatos con un consumo máximo de 2 lpm a una presión de 60 PSI.
Accesorios ultraeficientes: grifo lavamanos	Lavamanos	Instalar lavamanos con un consumo máximo de 2 lpm a una presión de 60 PSI.

Fuente: elaboración propia

Los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. Los proyectos con arrendatarios en los espacios de oficinas deberán incluir los requerimientos descritos por el Protocolo dentro del reglamento de propiedad horizontal. La descripción de cada medida está en el Anexo 2 y deberá documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3, que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en las que se indique el consumo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Centros comerciales

4.2. Centros comerciales

4.2.1. Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma como debe determinarse el ahorro de energía para la tipología Centros comerciales de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño energético.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea según los parámetros dados en ese estándar.

Paso 2. Ajustar línea base según el parámetro de ajuste de la tipología Centros comerciales

El consumo energético de la línea base debe ser ajustado mediante un factor de ajuste según las condiciones locales específicas de la tipología Centros comerciales⁴atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA[\text{Eq. 1}]$$

Donde:

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste de línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología Centros comerciales corresponde a 0.86.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante usando los parámetros de diseño definidos para el edificio, con lo cual se genera el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo del proyecto puede emplear acorde con las prioridades del proyecto. La Tabla 9 resume la metodología que debe seguir el proyecto en cuanto a los parámetros de simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

Tabla 9. Resumen de metodología caso de diseño. Centros comerciales

⁴ Factor de ajuste estimado en el Estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHRAE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.



ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1. Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 2. Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3. Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4. Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla 10. Si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5. Envoltura del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6. Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan las luminarias se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 10.
Sección 7. Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8. Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9. Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10. Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla 10 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11. Agua caliente doméstica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 12. Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se conoce la carga de tomas se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 10. La ocupación debe ser la que tendrá del proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla 10.
Sección 13. Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14. Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15. Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16. Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17. Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90.1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 9 se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación debe referirse a la Tabla 10, que contiene un listado de parámetros sugeridos.

Tabla 10. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño Centros comerciales

Ítem	Parámetro
Horario ocupación	Desde 00:00 hasta 08:00:0% Desde 09:00 hasta 12:00:20% Desde 13:00 hasta 20:00:100% Desde 20:00 hasta 24:00:0%
Densidad de ocupación	Consultar NSR10
Carga de tomas	2,69 W/m ²
Rango de confort	18,5°C-25,5 °C
Carga de iluminación interior	19,82 W/m ² ; parqueaderos 1,74W/m ²

Fuente: elaboración propia

Consideraciones especiales del caso de diseño

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro del caso de diseño

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado, que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

Por tanto, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base tal y como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En el segundo escenario, se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño:

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El porcentaje de ahorro estará determinado por el proveedor del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

- Para proyectos que solo son desarrollados en las zonas comunes y que las zonas privadas se entregan para futura adecuación

Se deben incluir las estrategias de eficiencia dentro del reglamento de propiedad horizontal, de modo que los arrendatarios o propietarios también los cumplan dentro de sus espacios. Para las áreas que no sean desarrolladas por el constructor, se debe usar dentro de la modelación energética del caso de diseño los parámetros estipulados en el reglamento de propiedad horizontal.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

El equipo del proyecto debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p : Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Luego de realizar el cálculo anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro requerido obligatorio para la tipología Centros comerciales⁵ con base en la ecuación 5:

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p : Ahorro del proyecto

A_r : Es el ahorro requerido

Para el caso de Centros comerciales el ahorro requerido obligatorio es de 20%.

⁵ Ahorro obligatorio estimado en el estudio de Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o puede utilizar uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para la particularidad del proyecto.

Paso 6. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro del proyecto (A_p) es mayor o igual que el ahorro requerido para esta tipología, el valor de ahorro del proyecto (A_p) deberá multiplicarse por un factor de 1.25 para obtener el ahorro del proyecto, comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Una vez superado el desempeño objetivo se deben utilizar los dos formatos de presentación del proyecto por el método de desempeño para energía que se encuentran en el Anexo 3.

4.2.2. Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá la forma como se debe establecer el ahorro de agua para la tipología Centros Comerciales, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentarán siete pasos que debe desarrollar el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la ocupación del proyecto, si se conoce. De lo contrario, se debe usar la densidad de ocupación según la NSR10 y el área del edificio (sin parqueaderos) para obtener la ocupación total de empleados y clientes. Esta ocupación debe asignar población femenina y masculina si el proyecto cuenta con orinales. La cantidad de empleados versus clientes se puede obtener de acuerdo a la cantidad de locales o asignando una distribución estimada.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción a las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En el caso de los aparatos de flujo se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Se deben incluir sanitarios, orinales, lavamanos y lavaplatos.

Grupos de uso: según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso, para asignarle a cada uno sus consumos, ocupantes y usos. Si

en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene sanitario y orinal y otro baño tiene solo el sanitario, se deben generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de baño, dado que la población de hombres que use el segundo baño tendrá que usar el sanitario todas las veces que requiera ya que no hay orinal.

Duraciones y frecuencias de uso: si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos) y la frecuencia de uso en el día se deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 12 de Parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla 12. Parámetros sugeridos para el cálculo de desempeño de consumo de agua en Centros comerciales

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación	Consultar NSR10
Distribución de géneros	Hombres 50%, mujeres 50%
Distribución de tipo de ocupantes	15:1 Clientes: Empleado
Duración aparatos de flujo	Lavamanos 0,5 min/uso Lavaplatos 0,25 min/uso
Usos diarios por empleados*	Sanitarios mujeres 3 usos/día Sanitarios hombres 1 usos/día Orinal hombres 2 usos/día Lavamanos 3 usos/día Lavaplatos 1 uso/día
Usos diarios por cliente	Sanitarios mujeres 0,2 usos/día Sanitarios hombres 0,1 usos/día Orinal hombres 0,1 usos/día Lavamanos 0,2 usos/día

Fuente: elaboración propia

*Los usos están calculados para una permanencia de 8 horas. Si la dedicación de la ocupación es diferente estos se deben ajustar.

Paso 2. Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base deben usarse los caudales de la NTC1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4(ver página 94 de la NTC1500).

Cada consumo se calcula de la siguiente manera:

Calcular consumo de aparatos de descarga (sanitario): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]
P: Número de usuarios del grupo de uso
CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]
F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 7]}$$

Determinar consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * t * F \text{ [Eq. 8]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]
P: Número de usuarios del grupo de uso
CA: Caudal de aparato [lpm]
F: Frecuencia de uso diario
T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 9]}$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al calcular los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y por lo tanto cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Centros comerciales

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología Centros comerciales⁶teniendo en cuenta la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología Centros comerciales es de 0.86.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2 pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada proyecto en particular.

Consideraciones especiales del cálculo en el caso de diseño

- Proyectos que usen reutilización de agua tratada como estrategia de ahorro de agua

Cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán de acuerdo con la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar., lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua

Se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

- Para proyectos que se desarrollan solamente en las zonas comunes y que las zonas privadas se entregan para futura adecuación

Se deben incluir las estrategias de eficiencia dentro del reglamento de propiedad horizontal, de manera que los arrendatarios o propietarios también los cumplan en de sus espacios. Para las áreas que no sean desarrolladas por el constructor, se deben usar dentro de la modelación energética del caso de diseño los parámetros estipulados en el reglamento de propiedad horizontal.

⁶ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base de la NTC 1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para evaluar el ahorro de agua

Se aplica la ecuación 10.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a : Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, que es de 37%.

Paso 6. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo de trabajo debe buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin de seleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo para la particularidad del proyecto.

Las medidas seleccionadas para el proyecto deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 37%.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o puede utilizar un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 7. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro de caso propuesto es mayor o igual que el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, el valor de ahorro de caso propuesto deberá multiplicarse por un factor de 0.6756 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la resolución 549 de 2015.

Cuando se supere el desempeño objetivo se debe utilizar formato de presentación del proyecto por el método de desempeño para agua que se encuentra en el Anexo 3.

4.2.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla 13 muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro obligatorio para Centros comerciales, que se tomaron del paquete obligatorio simulado en este estudio por medio del cual se determinó el ahorro obligatorio para la tipología.

Tabla 13. Medidas requeridas en el método prescriptivo para centros comerciales

Medida	Ítem	Requerimiento
LED para interiores	Luminarias tipo LED	Diseño de iluminación que demuestre una densidad de potencia de iluminación máximo de 16,52 W/m ² para centro comercial 1,45 W/m ² para parqueadero.
Controles de ocupación en corredores y exteriores	Sensores de presencia o vacancia	Los parqueaderos y las zonas de servicio deben contar con control de ocupación para la iluminación.
Control de iluminación por incidencia de luz natural	Sensores de luz día	Todos los espacios con acceso a luz natural deben contar con control de luz día.
Control de iluminación por luz día en corredores y exteriores	Sensores de luz día	Las zonas comunes deben contar con control de luz día para la iluminación.
Iluminación natural a través de fachadas o cielos	Iluminancia	Se deben demostrar mínimo 105 Lux en el 15 % de espacios regularmente ocupados con iluminación natural
Sensores de CO en parqueaderos	Sensores de CO	El sistema de control para extracción de parqueadero debe usar sensores de CO.
Ventilación natural	Diseño bioclimático	El diseño bioclimático debe cumplir con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente. La ventilación natural debe ser al menos para zonas comunes. Adicionalmente las áreas con ventilación natural deben usar sensores de CO ₂ .

Fuente: elaboración propia

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Planos de iluminación y control de iluminación, fichas técnicas de luminarias,
3. Cálculos de iluminación natural.
4. Diseño de ventilación de sótanos.

El requerimiento de sensores de CO no aplica si el proyecto no tiene sótanos o si los sótanos son ventilados de forma natural en cuyo caso deberán entregarse cálculos o simulaciones del sistema bioclimático.

La totalidad del edificio debe cumplir estas medidas. Si se trata de los edificios que son desarrollados solo en las zonas comunes por el constructor y se entregan para futura adecuación, se deben incluir estos requerimientos dentro del manual de vitrinismo, de manera que los arrendatarios o propietarios también los cumplan dentro de sus espacios.

4.2.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua

En la Tabla 14 se observan las medidas requeridas que deben cumplirse en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Centros comerciales.

Tabla 14. Medidas de agua requeridas para el método prescriptivo de Centros comerciales

Medida	Ítem	Requerimiento
Accesorios eficientes: sanitario doble descarga	Sanitario	Instalar sanitario de doble descarga (máximo de 6/4,8 lpd), ya sea de tanque o de fluxómetro. A efectos de los cálculos se usa el caudal ponderado del sanitario (para 6/4,8 lpd es 5,2 lpd calculando un total de 3 usos con 2 líquidos y 1 sólido).
Accesorios eficientes: orinal	Orinal	Instalar orinal con un consumo máximo de 1 lpd.
Lavaplatos convencional	Lavaplatos	Instalar un lavaplatos con un consumo máximo de 8.3 lpm.
Accesorios ultraeficientes: Grifo lavamanos	Lavamanos	Instalar lavamanos con un consumo máximo de 2 lpm a una presión de 60 PSI.

Fuente: elaboración propia

Nota: en el método restrictivo los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. Los proyectos con arrendatarios en los espacios de oficinas deberán incluir los requerimientos descritos por el Protocolo dentro del manual de vitrinismo.

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y deberá documentarse en el formato de cumplimiento que se encuentra en el Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en las que se indique el consumo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Hoteles

4.3. Hoteles

4.3.1. Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma de establecer el ahorro de energía para la tipología Hoteles según el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño energético del mismo.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea base según los parámetros dados en dicho estándar.

Paso 2. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Hoteles

El consumo energético de la línea base debe ser ajustado usando un factor de ajuste a las condiciones locales específicas de la tipología Hoteles⁷atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA[\text{Eq. 1}]$$

Donde:

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste de línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología Hoteles corresponde a 0.83.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante usando los parámetros de diseño que se hayan definido para el edificio y generar el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que pueden ser usadas por el equipo del proyecto de acuerdo con las prioridades del proyecto.

La Tabla 15 resume la metodología que debe seguir el proyecto en cuanto a los parámetros de simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

Tabla 15. Resumen de metodología caso de diseño. Hoteles

⁷ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHRAE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.



ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1: Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 2: Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3: Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4: Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla 16. Si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5: Envoltente del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6: Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan las luminarias se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 16.
Sección 7: Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8: Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9: Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10: Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla 16 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11: Agua caliente domestica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 12: Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se conoce la carga de tomas se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 16. La ocupación debe ser la que tendrá del proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla 16.
Sección 13: Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14: Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15: Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16: Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17: Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90.1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 15 se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación debe referirse a la Tabla 16 que contiene un listado de parámetros sugeridos.

Tabla 16. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño Hoteles

Ítem	Parámetro
Horario ocupación	Desde 00:00 hasta 24:00 65%
Densidad de ocupación	Consultar NSR10
Carga de tomas	2,69 W/m ²
Rango de confort	18,5°C-24 °C
Carga de iluminación interior	13,2 W/m ²

Fuente: elaboración propia

Consideraciones especiales del caso de diseño

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro del caso de diseño

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado, que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

En consecuencia, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base tal y como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En el segundo escenario se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El porcentaje de ahorro estará determinado por el proveedor del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

El equipo del proyecto debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p : Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Luego de realizar el cálculo anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro requerido obligatorio para la tipología Hoteles⁸ con base en la ecuación 5:

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p : Ahorro del proyecto

A_r : Es el ahorro requerido

Para el caso de hoteles el ahorro requerido obligatorio es de 19%.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o puede utilizar uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para la particularidad del proyecto.

Paso 6. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

⁸Ahorro obligatorio estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*.

Una vez se obtenga que el ahorro del proyecto (Ap) es mayor o igual que el ahorro requerido para esta tipología, el valor de ahorro del proyecto (Ap) deberá multiplicarse por un factor de 1.0526 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Una vez superado el desempeño objetivo se debe utilizar los dos formatos de presentación del proyecto por el método de desempeño para energía que se encuentran en el Anexo 3.

4.3.2. Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá la forma como se debe calcular el ahorro de agua para la tipología Hoteles, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentarán siete pasos que debe desarrollar el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua del mismo.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la cantidad y la densidad de ocupación de las habitaciones y la cantidad de empleados del proyecto. En caso de no poder obtener la distribución por favor referirse a la Tabla 18 de Parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua. Esta ocupación debe asignar población femenina y masculina si el proyecto cuenta con orinales.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción a las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar en el proyecto. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En el caso de los aparatos de flujo se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Se deben incluir sanitarios, orinales, duchas, lavamanos y lavaplatos.

Grupos de uso: según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso, para asignarle a cada uno sus consumos, ocupantes y usos. Si en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene sanitario y orinal y otro baño tiene solo el sanitario, se deben generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de baño, dado que la población de hombres que use el segundo baño tendrá que usar el sanitario todas las veces que requiera ya que no hay orinal.

Duraciones y frecuencias de uso: si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y ducha) y la frecuencia de uso en el día se deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 18 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla 18. Parámetros sugeridos para el cálculo de desempeño de consumo de agua. Hotel

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación	Consultar NSR10

Ítem	Parámetro
Distribución de géneros	Hombres 50%, mujeres 50%
Distribución de tipo de ocupantes	8:1 Huéspedes: empleado
Duración aparatos de flujo	Lavamanos huésped 1 min/uso Lavamanos público 0,5 min/uso Lavaplatos 1 min/uso Ducha 8 min/uso
Usos diarios por empleados*	Sanitarios mujeres 3 usos/día Sanitarios hombres 1 usos/día Orinal hombres 2 usos/día Lavamanos 3 usos/día Lavaplatos 1 uso/día
Usos diarios por huésped	Sanitarios 3 usos/día Ducha 1 uso/día Lavamanos 3 usos/día Lavaplatos 1 uso/día

Fuente: elaboración propia

*Los usos están calculados para una permanencia de 8 horas. Si la dedicación de la ocupación es diferente estos se deben ajustar.

Paso 2: Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base deben usarse los caudales de la NTC1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4[ver página 94 de la NTC1500] (Icontec, 2017).

Cada consumo se calcula de la siguiente manera:

Calcular consumo de aparatos de descarga (sanitario): Para calcular los consumos se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]

F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuest} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 7]}$$

Calcular consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas): Para calcular los consumos se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * t * F \text{ [Eq. 8]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato [lpm]

F: Frecuencia de uso diario

T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litro}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 9]}$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al establecer los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y por lo tanto cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Hoteles

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología Hoteles⁹teniendo en cuenta a la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología Hoteles es de 0.91.

⁹Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base de la NTC 1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2 pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada proyecto en particular.

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Proyectos que reutilicen el agua tratada como estrategia de ahorro de agua
Cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán de acuerdo con la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar, lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua

Se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

- Para proyectos que se desarrollan solamente en las zonas comunes y que las zonas privadas se entregan para futura adecuación

Se deben incluir las estrategias de eficiencia dentro del reglamento de propiedad horizontal, de manera que los arrendatarios o propietarios también los cumplan en sus espacios. Para las áreas que no sean desarrolladas por el constructor, se deben usar dentro de la modelación energética del caso de diseño los parámetros estipulados en el reglamento de propiedad horizontal.

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para evaluar el ahorro de agua

Se aplica la ecuación 10.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a: Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, que es de 22%.

Paso 6. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo de trabajo debe buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin de seleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo para la particularidad del proyecto.

Las medidas seleccionadas deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 22%.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 7. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro de caso propuesto es mayor o igual que el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, el valor de ahorro de caso propuesto deberá multiplicarse por un factor de 1.1363 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Cuando se supere el desempeño objetivo se debe utilizar el formato de presentación del proyecto por el método de desempeño para agua que se encuentra en el Anexo 3.

4.3.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla 19 muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro obligatorio para hoteles, que se tomaron del paquete obligatorio simulado en este estudio por medio del cual se determinó el ahorro obligatorio para la tipología.

Tabla 19. Medidas requeridas en el método prescriptivo para hoteles

Medida	Ítem	Requerimiento
LED para interiores	Luminarias tipo LED	Diseño de iluminación que demuestre una densidad de potencia de iluminación de máximo 11 W/ m ² .
Control de iluminación por atenuación en parqueaderos de sótanos	Sistema de atenuación de iluminación	Toda la iluminación de sótanos debe contar con sistema de atenuación.
Controles de ocupación en espacios interiores	Sensores de presencia o vacancia	Los espacios interiores deben contar con controles de ocupación para la iluminación.



Medida	Ítem	Requerimiento
Iluminación natural a través de fachadas o cielos	Iluminancia	Mínimo 105 Lux en el 75 % de espacios regularmente ocupados, entendidos como espacios donde hay permanencia de personas desarrollando alguna actividad por más de 1 hora al día.
Eficiencia en calentadores a gas	Calentadores a gas	Los calentadores a gas deben cumplir con las eficiencias de ASHRAE 90.1 2016 o una eficiencia mejor.
Sistemas de calentamiento de agua - centrales	Sistemas centrales	El agua caliente debe entregarse a través de sistemas centrales.
Economizadores de Aire	Economizadores	El sistema de aire acondicionado debe usar economizadores de aire.
Sensores de CO en parqueaderos	Sensores de CO	El sistema de control para extracción de parqueadero debe usar sensores de CO.
Ventilación natural	Diseño bioclimático	El diseño bioclimático debe cumplir con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente. La ventilación natural debe ser al menos para zonas comunes. Adicionalmente las áreas con ventilación natural deben usar sensores de CO ₂ .
COP	Equipos de aire acondicionado	Los equipos de aire acondicionado deben cumplir con las eficiencias de ASHRAE 90,1 2016 o una eficiencia mejor.
Valor SHGC del vidrio	Coefficiente de desempeño	El valor de SHGC del vidrio debe ser de máximo 0,4.
Valor U del vidrio	Coefficiente de desempeño	El valor U del vidrio debe ser de máximo 1,8 W/m ² °C.

Fuente: elaboración propia

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse a en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Planos de iluminación y control de iluminación, fichas técnicas de luminarias y especificaciones.
3. Cálculos de iluminación natural.
4. Diseño de ventilación de sótanos.
5. Diseño de sistema de agua caliente incluyendo especificaciones, memorias de cálculo y fichas técnicas.

6. Diseño de HVAC del proyecto incluyendo diagramas de control y fichas técnicas.
7. Fichas técnicas de vidrios usados en el proyecto indicando coeficientes térmicos (al menos U y SHGC).

El requerimiento de sensores de CO no aplica si el proyecto no tiene sótanos o si los sótanos son ventilados de forma natural en cuyo caso deberán entregarse cálculos o simulaciones del sistema bioclimático.

4.3.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua

La Tabla 20 muestra las medidas requeridas que deben cumplirse en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Hoteles.

Tabla 20. Medidas de agua requeridas para el método prescriptivo de hoteles

Medida	Ítem	Requerimiento
Accesorios eficientes: ducha	Ducha	Instalar duchas con un consumo máximo de 6 lpm a una presión de 60 PSI.
Accesorios eficientes: sanitario doble descarga	Sanitario	Instalar sanitario de doble descarga (máximo de 6/4,8 lpd), ya sea de tanque o de fluxómetro. A efectos de los cálculos se usa el caudal ponderado del sanitario (para 6/4,8 lpd es 5,2 lpd calculando un total de 3 usos con 2 líquidos y 1 sólido).
Orinal convencional	Orinal	Instalar orinal con un consumo máximo de 1,9 lpd.
Lavaplatos convencional	Lavaplatos	Instalar un lavaplatos con un consumo máximo de 8.3 lpm.
Accesorios eficientes: grifo privado lavamanos	Lavamanos	Instalar lavamanos con un consumo máximo de 6 lpm a 60 PSI.
Accesorios ultraeficientes: grifo público lavamanos	Lavamanos	Instalar lavamanos con un consumo máximo de 2 lpm a una presión de 60 PSI.

Fuente: elaboración propia

Los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y deberá documentarse en el formato de cumplimiento que se encuentra en el Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en las que se indique el consumo.

Colegios

4.4. Colegios

4.4.1. Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma en cómo debe calcularse el ahorro de energía para la tipología Colegios según con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño energético del mismo.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea base según los parámetros dados en ese estándar.

Paso 2. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Colegios

El consumo energético de la línea base debe ser ajustado usando un factor de ajuste a las condiciones locales específicas de la tipología Colegios¹⁰atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA[\text{Eq. 1}]$$

Donde:

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste de línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología Colegios corresponde a 0.89.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de con los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante usando los parámetros de diseño que se hayan definido para el edificio y generar el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que pueden ser usadas por el equipo del proyecto de acuerdo con las prioridades del proyecto. La Tabla 21 resume la metodología que debe seguir el proyecto en cuanto a los parámetros de simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

Tabla 21. Resumen de metodología caso de diseño. Colegios

ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1. Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

¹⁰Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, Calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHRAE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.



ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 2. Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3. Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4. Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla 22. Si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5. Envoltorio del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6. Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan las luminarias se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 22.
Sección 7. Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8. Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9. Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10. Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla 22 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11. Agua caliente doméstica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 12. Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se conoce la carga de tomas se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 22. La ocupación debe ser la que tendrá del proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla 22.
Sección 13. Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14. Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15. Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16. Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17. Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90.1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 21 se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación del proyecto debe referirse a la Tabla 22, que contiene un listado de parámetros sugeridos.

Tabla 22. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño colegios

Ítem	Parámetro
Horario ocupación	Desde 00:00 hasta 07:000% Desde 08:00 hasta 17:0095% Desde 18:00 hasta 24:000%
Densidad de ocupación	Consultar NSR10
Carga de tomas	5,38 W/m ²
Rango de confort	18,5 °C - 25,5 °C
Carga de iluminación interior	13,2 W/m ²

Fuente: elaboración propia

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro del caso de diseño

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado, que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

Por tanto, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base tal y como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede ser llevado hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En el segundo escenario se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El porcentaje de ahorro estará determinado por el proveedor del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

El equipo del proyecto debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p : Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de energía de la línea base ajustada

Luego de realizar el cálculo anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro requerido obligatorio para la tipología Colegios¹¹ con base en la ecuación 5:

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p : Ahorro del proyecto

A_r : Es el ahorro requerido

Para el caso de colegios el ahorro requerido obligatorio es de 8%.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o puede utilizar uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos

¹¹Ahorro obligatorio estimado en el estudio de *Bases técnicas para el Protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*.

energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para la particularidad del proyecto.

Todo lo anterior aplica para edificios de atención de primera infancia, preescolar, educación básica primaria y educación básica secundaria.

Paso 6. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro del proyecto (Ap) es mayor o igual que el ahorro requerido para esta tipología, el valor de ahorro del proyecto (Ap) deberá multiplicarse por un factor de 5.625 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Una vez superado el desempeño objetivo se deben utilizar los dos formatos de presentación del proyecto por el método de desempeño para energía del Anexo 3.

4.4.2. Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá la forma como se debe calcular el ahorro de agua para la tipología Colegios, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentarán siete pasos que debe desarrollar el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua del mismo.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la ocupación del proyecto si se conoce. De lo contrario, se debe usar la densidad de ocupación según la NSR10 y el área del edificio (sin parqueaderos) para obtener la ocupación total. Esta ocupación se debe asignar población femenina y masculina si el proyecto cuenta con orinales.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción a las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En el caso de los aparatos de flujo se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Se deben incluir sanitarios, orinales, duchas, lavamanos y lavaplatos.

Grupos de uso: según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso para asignarle a cada uno sus consumos, ocupantes y usos. Si en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene sanitario y orinal y otro baño tiene solo el sanitario, se deben generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de baño, dado que la población de hombres que use el segundo baño tendrá que usar el sanitario todas las veces que requiera ya que no hay orinal.

Duraciones y frecuencias de uso: si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y ducha) y la frecuencia de uso en el día se deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 24 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla 24. Parámetros sugeridos para el cálculo de desempeño de consumo de agua. Colegios

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación	Consultar NSR10
Distribución de géneros (colegio mixto)	Hombres 50%, mujeres 50%
Duración aparatos de flujo	Lavamanos 0,5 min/uso Lavaplatos 0,25 min/uso
Usos diarios por persona*	Sanitarios mujeres 3 usos/día Sanitarios hombres 1 usos/día Orinal hombres 2 usos/día Lavamanos 3 usos/día Lavaplatos 1 uso/día

Fuente: elaboración propia

*Los usos están calculados para una permanencia de 8 horas. Si la dedicación de la ocupación es diferente estos se deben ajustar.

Paso 2. Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base, deben usarse los caudales de la NTC1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4 (ver página 94 de la NTC1500).

Cada consumo se calcula de la siguiente manera:

Calcular consumo de aparatos de descarga (sanitario): Para calcular los consumos se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]

F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \quad [\text{Eq. 7}]$$

Determinar consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * t * F \quad [\text{Eq. 8}]$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato [lpm]

F: Frecuencia de uso diario

T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \quad [\text{Eq. 9}]$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al estimar los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y por lo tanto cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Colegios

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología Colegios¹²teniendo en cuenta la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología Colegios es de 0.86.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2 pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo

¹²Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base de la NTC 1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada proyecto en particular.

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Proyectos que reutilicen el agua tratada como estrategia de ahorro de agua

Cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán de acuerdo con la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar, lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua

Se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para para evaluar el ahorro de agua

Se aplica la ecuación 10.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a : Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, que es de 40%.

Paso 6. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo de trabajo debe buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin de seleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo para la particularidad del proyecto.

Las medidas seleccionadas deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 40%.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 7. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro de caso propuesto es mayor o igual que el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, el valor de ahorro de caso propuesto deberá multiplicarse por un factor de 1.125 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Cuando se supere el desempeño objetivo se debe utilizar el formato de presentación del proyecto por el método de desempeño para agua que se encuentra en el Anexo 3.

4.4.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla 25 muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro obligatorio para Colegios, que se tomaron del paquete obligatorio simulado en este estudio a través del cual se determinó el ahorro obligatorio para la tipología.

Tabla 25. Medidas requeridas en el método prescriptivo para colegios

Medida	Ítem	Requerimiento
LED para interiores	Luminarias tipo LED	Diseño de iluminación que demuestre una densidad de potencia de iluminación de máximo 11 W/ m ² .
Iluminación natural a través de fachadas o cielos	Iluminancia	Mínimo 105 Lux en el 75 % de espacios regularmente ocupados, entendidos como espacios donde hay permanencia de personas desarrollando alguna actividad por más de 1 hora al día.
Ventilación natural	Diseño bioclimático	El diseño bioclimático debe cumplir con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente. Al menos el 70% del área del edificio debe tener ventilación natural. Adicionalmente las áreas con ventilación natural deben usar sensores de CO ₂ .

Fuente: elaboración propia

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Planos de iluminación y control de iluminación, fichas técnicas de luminarias y especificaciones.
3. Cálculos de iluminación natural.

Lo anterior aplica para edificios de atención de primera infancia, preescolar, educación básica primaria y educación básica secundaria.

4.4.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua

La Tabla 26 muestra las medidas requeridas que deben cumplirse en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Colegios.

Tabla 26. Medidas de agua requeridas para el método prescriptivo de colegios

Medida	Ítem	Requerimiento
Accesorios eficientes: sanitario doble descarga	Sanitario	Instalar sanitario de doble descarga (máximo de 6/4,8 lpd), ya sea de tanque o de fluxómetro. A efectos de los cálculos se usa el caudal ponderado del sanitario (para 6/4,8 lpd es 5,2 lpd calculando un total de 3 usos con 2 líquidos y 1 sólido).
Orinal convencional	Orinal	Instalar orinal con un consumo máximo de 1,9 lpd.
Accesorios ultraeficientes: grifo lavaplatos	Lavaplatos	Instalar grifo de lavaplatos con un consumo máximo de 2 lpm a una presión de 60 PSI.
Accesorios ultraeficientes: grifo público lavamanos	Lavamanos	Instalar lavamanos con un consumo máximo de 2 lpm a una presión de 60 PSI.

Fuente: elaboración propia

Los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. La descripción de cada medida se encuentra en Anexo 2 y deberá documentarse en el formato de cumplimiento que se encuentra en el Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en las que se indique el consumo.

Lo anterior aplica para edificios de atención de primera infancia, preescolar, educación básica primaria y educación básica secundaria.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Hospitales

4.5. Hospitales

4.5.1. Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma como debe determinarse el ahorro de energía para la tipología Hospitales según el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño energético.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea base según los parámetros dados en ese estándar.

Paso 2. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Hospitales

El consumo energético de la línea base debe ser ajustado usando un factor de ajuste a las condiciones locales específicas de la tipología Hospitales¹³atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA[\text{Eq. 1}]$$

Donde:

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste de línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología Hospitales corresponde a 1.11.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante usando los parámetros de diseño que se hayan definido para el edificio y generar el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que pueden ser usadas por el equipo del proyecto de acuerdo con las prioridades del proyecto.

La Tabla 27 resume la metodología a seguir por el proyecto en cuanto a los parámetros de simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

¹³Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHRAE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

Tabla 27. Resumen de metodología caso de diseño. Hospitales

ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1. Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 2. Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3. Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4. Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla 28. Si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5. Envoltente del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6. Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan las luminarias se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 28.
Sección 7. Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8. Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9. Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10. Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla 28 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11. Agua caliente doméstica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 12. Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se conoce la carga de tomas se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 28. La ocupación debe ser la que tendrá del proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla 28.
Sección 13. Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14. Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15. Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16. Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17. Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90.1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 27 se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación debe referirse a la Tabla 28 que contiene un listado de parámetros sugeridos.

Tabla 28. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño hospitales

Ítem	Parámetro
Horario ocupación	Desde 00:00 hasta 24:00 60%
Densidad de ocupación	Consultar NSR10
Carga de tomas	10,76 W/m ²
Rango de confort	18,5 °C- 24 °C
Carga de iluminación interior	14,82 W/m ²

Fuente: elaboración propia

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro del caso de diseño

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado, que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

De esta forma, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base tal y como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En el segundo escenario se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que

la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El porcentaje de ahorro estará determinado por el proveedor del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

El equipo del proyecto debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p : Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Luego de realizar el cálculo anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro requerido obligatorio para la tipología Hospitales¹⁴ con base en la ecuación 5:

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p : Ahorro del proyecto

A_r : Es el ahorro requerido

Para el caso de hospitales el ahorro requerido obligatorio es de 18%.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o puede utilizar uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

¹⁴Ahorro obligatorio estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*.

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para la particularidad del proyecto.

Todo lo anterior aplica para edificios de servicios médicos u hospitalarios.

Paso 6. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro del proyecto (A_p) es mayor o igual que el ahorro requerido para esta tipología, el valor de ahorro del proyecto (A_p) deberá multiplicarse por un factor de 1.944 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Una vez superado el desempeño objetivo se deben utilizar los dos formatos de presentación del proyecto por el método de desempeño para energía del Anexo 3.

4.5.2. Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá la forma como se debe calcular el ahorro de agua para la tipología Hospitales, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentarán siete pasos que debe llevar a cabo el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua del mismo.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la cantidad de habitaciones y su densidad de ocupación para establecer los pacientes internos, y adicionalmente se debe contar con la cantidad de empleados, pacientes externos y visitantes. De lo contrario, se debe usar la densidad de ocupación según la NSR10 y el área del edificio (sin parqueaderos) para obtener la ocupación total. Esta ocupación debe asignar población femenina y masculina si el proyecto cuenta con orinales.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción a las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En el caso de los aparatos de flujo se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Se deben incluir sanitarios, orinales, duchas, lavamanos y lavaplatos.

Grupos de uso: Según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso, para asignarle a cada uno sus consumos, ocupantes y usos. Si en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene sanitario y orinal y otro baño tiene solo el sanitario, se deben generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de baño, dado que la población de hombres que use el segundo baño tendrá que usar el sanitario todas las veces que requiera ya que no hay orinal.

Duraciones y frecuencias de uso: si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y ducha) y la frecuencia de uso en el día se

deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 30 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla 30. Parámetros sugeridos para el cálculo de desempeño de consumo de agua. Hospitales

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación total	Consultar NSR10
Densidad de pacientes internos	1 paciente/cama
Densidad de visitantes	2 visitantes/paciente interno
Densidad de pacientes externos	(Total-pacientes internos-visitantes) x70%
Densidad de empleados	(Total-pacientes internos-visitantes) x30%
Distribución de géneros	Hombres 50%, mujeres 50%
Duración aparatos de flujo	Lavamanos huésped 1 min/uso Lavamanos público 0,5 min/uso Lavaplatos 1 min/uso Ducha 8 min/uso
Usos diarios por empleados*	Sanitarios mujeres 3 usos/día Sanitarios hombres 1 usos/día Orinal hombres 2 usos/día Lavamanos 3 usos/día Lavaplatos 1 uso/día
Usos diarios por visitantes y pacientes externos	Sanitarios mujeres 0,5 usos/día Sanitarios hombres 0,1 usos/día Orinal hombres 0,4 usos/día Lavamanos 0,5 usos/día
Usos diarios por paciente interno	Sanitarios 3 usos/día Ducha 1 uso/día Lavamanos 3 usos/día Lavaplatos 1 uso/día

Fuente: elaboración propia

Paso 2. Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base, deben usarse los caudales de la

NTC1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4[ver página 94 de la NTC1500] (Icontec, 2017).

Cada consumo se calcula de la siguiente manera:

Calcular consumo de aparatos de descarga (sanitario): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]

F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 7]}$$

Calcular consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas):se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * t * F \text{ [Eq. 8]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato [lpm]

F: Frecuencia de uso diario

T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 9]}$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al calcular los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y por lo tanto cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Hospitales

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología Hospitales¹⁵teniendo en cuenta a la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología Hospitales es de 0.9.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2 pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada proyecto en particular.

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Proyectos que reutilicen el agua tratada como estrategia de ahorro de agua

Cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán de acuerdo con la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar, lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua:

Se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para para evaluar el ahorro de agua

Se aplica la ecuación 10.

¹⁵Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base de la NTC 1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a: Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, que es de 35%.

Paso 6. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo de trabajo debe buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin de seleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo para la particularidad del proyecto.

Las medidas seleccionadas deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 35%.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 7. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro de caso propuesto es mayor o igual que el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, el valor de ahorro de caso propuesto deberá multiplicarse por un factor de 0.2857 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Cuando se supere el desempeño objetivo se debe utilizar el formato de presentación del proyecto por el método de desempeño para agua que se encuentra en el Anexo 3.

4.5.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla 31 muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro obligatorio para Hospitales, estas medidas están tomadas del paquete obligatorio simulado en este estudio a través del cual se determinó el ahorro obligatorio para la tipología.

Tabla 31. Medidas requeridas método prescriptivo para hospitales



Medida	Ítem	Requerimiento
LED para interiores	Luminarias tipo LED	Diseño de iluminación que demuestre una densidad de potencia de iluminación de máximo 8 W/m ²
Iluminación natural a través de fachadas o cielos	Iluminancia	Mínimo 105 Lux en el 75 % de espacios regularmente ocupados, entendidos como espacios donde hay permanencia de personas desarrollando alguna actividad por más de 1 hora al día.
Ventilación natural	Diseño bioclimático	El diseño bioclimático debe cumplir con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente. Se debe tener ventilación natural para al menos zonas de servicio y oficinas. Adicionalmente las áreas con ventilación natural deben usar sensores de CO ₂ .
Sistemas de calentamiento de agua - centrales	Sistemas centrales	El agua caliente debe entregarse a través de sistemas centrales.
Economizadores de aire	Economizadores	El sistema de aire acondicionado debe usar economizadores de aire.
Eficiencia en calentadores a gas	Calentadores a gas	Los calentadores a gas deben cumplir con las eficiencias de ASHRAE 90.1 2016 o una eficiencia mejor.
Sensores de CO en parqueaderos	Sensores de CO	El sistema de control para extracción de parqueadero debe usar sensores de CO.
COP	Equipos de aire acondicionado	Los equipos para zonas críticas deben cumplir con las eficiencias de ASHRAE 90,1 2016 o una eficiencia mejor.
Relación ventana pared	Diseño arquitectónico	La relación ventana /muro no debe ser mayor a 40% ventana 60% muro.

Fuente: elaboración propia

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Planos de iluminación, fichas técnicas de luminarias y especificaciones.
3. Cálculos de iluminación natural.
4. Diseño de ventilación de sótanos.
5. Diseño de sistema de agua caliente incluyendo especificaciones, memorias de cálculo y fichas técnicas.
6. Diseño de HVAC del proyecto incluyendo diagramas de control y fichas técnicas.
7. Planos arquitectónicos.

El requerimiento de sensores de CO no aplica si el proyecto no tiene sótanos o si los sótanos son ventilados de forma natural en cuyo caso deberán entregarse cálculos o simulaciones del sistema bioclimático.

Lo anterior aplica para edificios de servicios médicos u hospitalarios.

4.5.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua

La Tabla 32 muestra las medidas requeridas que deben cumplirse en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Hospitales.

Tabla 32. Medidas de agua requeridas para el método prescriptivo de Hospitales

Medida	Ítem	Requerimiento
Accesorios eficientes: ducha	Ducha	Instalar duchas con un consumo máximo de 6 lpm a una presión de 60 PSI.
Accesorios eficientes: sanitario privado doble descarga	Sanitario	Instalar sanitario de doble descarga (máximo de 6/4,8 lpd), ya sea de tanque o de fluxómetro. A efectos de los cálculos se usa el caudal ponderado del sanitario (para 6/4,8 lpd es 5,2 lpd calculando un total de 3 usos con 2 líquidos y 1 sólido).
Accesorios eficientes: sanitario público fluxómetro ahorrador	Sanitario	Instalar sanitarios de uso público con fluxómetro con un caudal máximo de 4,8 lpd.
Orinal convencional	Orinal	Instalar orinal con un consumo máximo de 1,9 lpd.
Accesorios eficientes: grifo lavaplatos	Lavaplatos	Instalar grifo de lavaplatos con un consumo máximo de 6 lpm a 60 PSI.
Accesorios eficientes: grifo privado lavamanos	Lavamanos	Instalar lavamanos con un consumo máximo de 6 lpm a 60 PSI.
Accesorios ultraeficientes: grifo público lavamanos	Lavamanos	Instalar lavamanos con un consumo máximo de 2 lpm a una presión de 60 PSI.

Fuente: elaboración propia



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y deberá documentarse a través del formato de cumplimiento que se encuentra en el Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en las que se indique el consumo.

Lo anterior aplica para edificios de servicios médicos u hospitalarios.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Educación superior

4.6. Educación superior

4.6.1. Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma como debe calcularse el ahorro de energía para la tipología Educación superior de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño energético del mismo.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea base según los parámetros dados en ese estándar.

Paso 2. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Educación superior

El consumo energético de la línea base debe ser ajustado usando un factor de ajuste a las condiciones locales específicas de la tipología Educación superior¹⁶atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA[\text{Eq. 1}]$$

Donde:

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste de línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología Educación superior corresponde a 1.037.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante usando los parámetros de diseño que se hayan definido para el edificio y generar el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que pueden ser usadas por el equipo del proyecto de acuerdo con las prioridades del proyecto. La Tabla 33 resume la metodología que debe seguir el proyecto en cuanto a los parámetros de simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

¹⁶Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHRAE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

Tabla 33. Resumen de metodología caso de diseño. Educación superior

ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1. Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 2. Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3. Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4. Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla 34. Si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5. Envoltente del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6. Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan las luminarias se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 34.
Sección 7. Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8. Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9. Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10. Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla 34 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11. Agua caliente doméstica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 12. Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se conoce la carga de tomas se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 34. La ocupación debe ser la que tendrá del proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla 34.
Sección 13. Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14. Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15. Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16. Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17. Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90.1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 33 se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación del proyecto debe referirse a la Tabla 34, que contiene un listado de parámetros sugeridos.

Tabla 34. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño Educación superior

Ítem	Parámetro
Horario ocupación	Desde 00:00 hasta 07:00:0% Desde 08:00 hasta 19:00:100% Desde 20:00 hasta 24:00:0%
Densidad de ocupación	Consultar NSR10
Carga de tomas	8,07 W/m ²
Rango de confort	18,5 °C- 24 °C
Carga de iluminación interior	12 W/m ²

Fuente: elaboración propia

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro del caso de diseño

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

Por tanto, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base, tal como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En el segundo escenario se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de (100 – % de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El porcentaje de ahorro estará determinado por el proveedor del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

El equipo del proyecto debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p: Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Luego de realizar la operación anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro requerido obligatorio para la tipología Educación superior¹⁷ con base en la ecuación 5:

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p: Ahorro del proyecto

A_r: Es el ahorro requerido

Para el caso de Educación superior el ahorro requerido obligatorio es de 20%.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o puede utilizar uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto

¹⁷Ahorro obligatorio estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*.

es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para la particularidad del proyecto.

Paso 6. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro del proyecto (A_p) es mayor o igual que el ahorro requerido para esta tipología, el valor de ahorro del proyecto (A_p) deberá multiplicarse por un factor de 1.5 para obtener el ahorro ajustado, comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Una vez superado el desempeño objetivo se deben utilizar los dos formatos de presentación del proyecto por el método de desempeño para energía que se encuentran en el Anexo 3.

4.6.2. Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá como se debe calcular el ahorro de agua para la tipología Educación superior, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentarán siete pasos que debe desarrollar el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la ocupación del proyecto si se conoce. De lo contrario, se debe usar la densidad de ocupación según la NSR10 y el área del edificio (sin parqueaderos) para obtener la ocupación total de empleados y estudiantes. Esta ocupación se debe asignar población femenina y masculina si el proyecto cuenta con orinales.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción a las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar en el proyecto. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En el caso de los aparatos de flujo se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Se deben incluir sanitarios, orinales, lavamanos y lavaplatos.

Grupos de uso: según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso, para asignarle a cada uno sus consumos, ocupantes y usos. Si en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene sanitario y orinal y otro baño tiene solo el sanitario, se deben generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de baño, dado que la población de hombres que use el segundo baño tendrá que usar el sanitario todas las veces que requiera ya que no hay orinal.

Duraciones y frecuencias de uso: si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos) y la frecuencia de uso en el día se deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 36 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla 36. Parámetros sugeridos para el cálculo de desempeño de consumo de agua Educación superior

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación	Consultar NSR10
Distribución de géneros	Hombres 50%, mujeres 50%
Duración aparatos de flujo	Lavamanos 0,5 min/uso Lavaplatos 0,25 min/uso
Usos diarios por persona*	Sanitarios mujeres 3 usos/día Sanitarios hombres 1 usos/día Orinal hombres 2 usos/día Lavamanos 3 usos/día Lavaplatos 1 uso/día

Fuente: elaboración propia

*Los usos están calculados para una permanencia de 8 horas. Si la dedicación de la ocupación es diferente estos se deben ajustar.

Paso 2. Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base deben usarse los caudales de la NTC1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4(ver página 94 de la NTC1500).

Cada consumo se establece de la siguiente manera:

Calcular consumo de aparatos de descarga (sanitario): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]

F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \quad [\text{Eq. 7}]$$

Calcular consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas): Para calcular los consumos se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * t * F \quad [\text{Eq. 8}]$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato [lpm]

F: Frecuencia de uso diario

T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \quad [\text{Eq. 9}]$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al calcular los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y por lo tanto cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Educación superior

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología Educación superior¹⁸teniendo en cuenta la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología Educación superior es de 0.92.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo

¹⁸ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base de la NTC 1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada proyecto en particular.

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Proyectos que reutilicen el agua tratada como estrategia de ahorro de agua

Cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán de acuerdo con la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar, lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua

Se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para para evaluar el ahorro de agua.

Se aplica la ecuación 10.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a : Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, que es de 44%.

Paso 6. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo de trabajo debe buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin deseleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo para la particularidad del proyecto.

Las medidas seleccionadas para el proyecto deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 44%.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 7. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro de caso propuesto es mayor o igual que el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, el valor de ahorro de caso propuesto deberá multiplicarse por un factor de 0.6818 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Cuando se supere el desempeño objetivo se debe utilizar el formato de presentación del proyecto por el método de desempeño para agua que se encuentra en el Anexo 3.

4.6.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla 37 muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro obligatorio para Educación superior, que se tomaron del paquete obligatorio simulado en este estudio por medio del cual se determinó el ahorro obligatorio para la tipología.

Tabla 37. Medidas requeridas método prescriptivo para Educación Superior

Medida	Ítem	Requerimiento
LED para interiores	Luminarias tipo LED	Diseño de iluminación que demuestre una densidad de potencia de iluminación de máximo 10 W/m ² para oficinas y 3,5 W/m ² para parqueaderos en sótanos.
Controles de ocupación en corredores y exteriores	Sensores de presencia o vacancia	Las zonas comunes deben contar con sensores de ocupación para la iluminación.
Controles de ocupación en espacios interiores	Sensores de presencia o vacancia	Las oficinas deben contar con sensores de ocupación para la iluminación.
Control de iluminación por luz día en corredores y exteriores	Sensores de luz día	Las zonas comunes deben contar con sensores de luz día para la iluminación.
Iluminación natural a través de fachadas o cielos	Iluminancia	Mínimo 105 Lux en el 75 % de espacios regularmente ocupados, entendidos como espacios donde hay permanencia de personas desarrollando alguna actividad por más de 1 hora al día.
Ventilación natural	Diseño bioclimático	El diseño bioclimático debe cumplir con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente. Al menos el 50% del

Medida	Ítem	Requerimiento
		área del edificio debe tener ventilación natural. Adicionalmente las áreas con ventilación natural deben usar sensores de CO ₂ .
Sensores de CO en parqueaderos	Sensores de CO	El sistema de control para extracción de parqueadero debe usar sensores de CO.
Relación ventana pared	Diseño arquitectónico	La relación ventana /muro no debe ser de máximo a 50% ventana, 50% muro.

Fuente: elaboración propia

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Planos de iluminación y control de iluminación, fichas técnicas de luminarias,
3. Cálculo de iluminación natural.
4. Planos arquitectónicos.
5. Diseño de ventilación de sótanos.

El requerimiento de sensores de CO no aplica si el proyecto no tiene sótanos o si los sótanos son ventilados de forma natural en cuyo caso deberán entregarse cálculos o simulaciones del sistema bioclimático.

4.6.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua

La Tabla 38 muestra las medidas requeridas que deben cumplirse en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Educación superior.

Tabla 38. Medidas de agua requeridas para el método prescriptivo de Educación superior

Medida	Ítem	Requerimiento
Accesorios eficientes: sanitario doble descarga	Sanitario	Instalar sanitario de doble descarga (máximo de 6/4,8 lpd), ya sea de tanque o de fluxómetro. A efectos de los cálculos se usa el caudal ponderado del sanitario (para 6/4,8 lpd es 5,2 lpd calculando un total de 3 usos con 2 líquidos y 1 sólido).
Orinal convencional	Orinal	Instalar orinal con un consumo máximo de 1,9 lpd.
Accesorios ultraeficientes: grifo lavaplatos	Lavaplatos	Instalar grifo de lavaplatos con un consumo máximo de 2 lpm a una presión de 60 PSI.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Medida	Ítem	Requerimiento
Accesorios ultraeficientes: grifo lavamanos	Lavamanos	Instalar lavamanos con un consumo máximo de 2 lpm a una presión de 60 PSI.

Fuente: elaboración propia

Los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y deberá documentarse en el formato de cumplimiento que se encuentra en el Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en las que se indique el consumo.

**Vivienda de
estratos 3 y 4
(no VIS, no VIP)**

4.7. Vivienda de estratos 3 y 4

4.7.1. Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma como debe calcularse el ahorro de energía para la tipología Vivienda de estratos 3 y 4 de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño energético.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea base según los parámetros dados en ese estándar.

Paso 2. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Vivienda de estratos 3 y 4

El consumo energético de la línea base debe ser ajustado usando un factor de ajuste a las condiciones locales específicas de la tipología Vivienda Estrato 3 y 4¹⁹atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA[\text{Eq. 1}]$$

Donde:

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste de línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología Vivienda de estratos 3 y 4 corresponde a 1.005.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de con los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante usando los parámetros de diseño que se hayan definido para el edificio y así generar el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que pueden ser usadas por el equipo del proyecto de acuerdo con las prioridades del proyecto. La Tabla 39 resume la metodología que debe seguir el proyecto en cuanto a los parámetros de simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

Tabla 39. Resumen de metodología caso de diseño. Vivienda de estratos 3 y 4

¹⁹ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHRAE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.



ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1. Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 2. Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3. Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4. Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla 40. Si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5. Envoltante del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6. Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan las luminarias se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 40.
Sección 7. Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8. Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9. Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10. Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla 40 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11. Agua caliente domestica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 12. Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se conoce la carga de tomas se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 40. La ocupación debe ser la que tendrá del proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla 40.
Sección 13. Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14. Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15. Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16. Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17. Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90. 1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 39 se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación del proyecto debe referirse a la Tabla 40, la cual contiene un listado de parámetros sugeridos.

Tabla 40. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño Vivienda de estratos 3 y 4

Ítem	Parámetro
Horario ocupación	Desde 00:00 hasta 07:00:100% Desde 08:00 hasta 16:00:0% Desde 17:00 hasta 24:00:100%
Densidad de ocupación	3,5 personas/Unidad residencial
Carga de tomas	2,69 W/m ²
Rango de confort	18,5 °C- 25,5 °C
Carga de iluminación interior	5,04 W/m ²

Fuente: elaboración propia

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro del caso de diseño

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado, que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

Así, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base tal y como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En el segundo escenario se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El porcentaje de ahorro estará determinado por el proveedor del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

El equipo del proyecto debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p : Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Luego de realizar el cálculo anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro requerido obligatorio para la tipología Vivienda de estratos 3 y 4²⁰ con base en la ecuación 5:

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p : Ahorro del proyecto

A_r : Es el ahorro requerido

Para el caso de vivienda de estratos 3 y 4 el ahorro requerido obligatorio es de 34%.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o puede utilizar uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

²⁰ Ahorro obligatorio estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*.

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para la particularidad del proyecto.

Paso 6. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro del proyecto (A_p) es mayor o igual que el ahorro requerido para esta tipología, el valor de ahorro del proyecto (A_p) deberá multiplicarse por un factor de 0.7352 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Una vez superado el desempeño objetivo se deben utilizar los dos formatos de presentación del proyecto por el método de desempeño para energía que se encuentran en el Anexo 3.

4.7.2. Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá la forma como se debe calcular el ahorro de agua para la tipología Vivienda de estratos 3 y 4, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentarán siete pasos que debe desarrollar el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la cantidad de unidades residenciales y la densidad de ocupación en estas unidades para obtener la ocupación total de residentes. En caso de no poder obtener el valor de densidad de ocupación por favor referirse a la Tabla 42 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua. Para esta tipología solo es necesario calcular la ocupación residente del proyecto.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción a las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar en el proyecto. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En el caso de los aparatos de flujo se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Se deben incluir sanitarios, lavamanos, lavaplatos y duchas.

Grupos de uso: según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso, para asignarle a cada grupo sus consumos, ocupantes y usos. Si en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene un sanitario de doble descarga y otro de descarga sencilla, se deben generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de aparato.

Duraciones y frecuencias de uso: si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas) y la frecuencia de uso en el día se

deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 42 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla 42. Parámetros sugeridos para el cálculo de desempeño de consumo de agua en viviendas de estratos 3 y 4

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación	3,5 personas/Unidad residencial
Duración aparatos de flujo	Lavamanos 1 min/uso
	Duchas 8 min/uso
	Lavaplatos 1 min/uso
Usos diarios por persona	Sanitarios 3 usos/día
	Lavamanos 3 usos/día
	Duchas 1 uso/día
	Lavaplatos 3 usos/día

Fuente: elaboración propia

Paso 2. Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base deben usarse los caudales de la NTC1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4(ver página 94 de la NTC1500).

Cada consumo se calcula de la siguiente manera:

Calcular consumo de aparatos de descarga (sanitario): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]

F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 7]}$$

Calcular consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * t * F \text{ [Eq. 8]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato [lpm]

F: Frecuencia de uso diario

T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volum} \quad \text{anual propuesto} \quad \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 9]}$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al calcular los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y por lo tanto cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Vivienda estrato 3 y 4

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología Vivienda de estratos 3 y 4²¹teniendo en cuenta la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología Vivienda de estratos 3 y 4 es de 0.99.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2 pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada proyecto en particular.

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

²¹ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*. Calculado como la brecha entre la línea base de la NTC 1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

- Proyectos que reutilicen el agua tratada como estrategia de ahorro de agua

Cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán de acuerdo con la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar, lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua

Se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

- Para proyectos que se desarrollan solamente en las zonas comunes y que las zonas privadas se entregan para futura adecuación

Se deben incluir las estrategias de eficiencia dentro del reglamento de propiedad horizontal, de manera que los arrendatarios o propietarios también los cumplan en sus espacios. Para las áreas que no sean desarrolladas por el constructor, se deben usar dentro de la modelación energética del caso de diseño los parámetros estipulados en el reglamento de propiedad horizontal.

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para evaluar el ahorro de agua

Se aplica la ecuación 10.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a: Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, que es de 33%.

Paso 6. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo de trabajo debe buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin de seleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo para la particularidad del proyecto.

Las medidas seleccionadas para el proyecto deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 33%.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 7. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro de caso propuesto es mayor o igual que el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, el valor de ahorro de caso propuesto deberá multiplicarse por un factor de 0.7575 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la resolución 549 de 2015.

Cuando se supere el desempeño objetivo se debe utilizar el formato de presentación del proyecto por el método de desempeño para agua que se encuentra en el Anexo 3.

4.7.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla 43 muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro obligatorio para viviendas de estratos 3 y 4, estas medidas están tomadas del paquete obligatorio simulado en este estudio a través del cual se determinó el ahorro obligatorio para la tipología.

Tabla 43. Medidas requeridas método prescriptivo para viviendas de estratos 3 y 4

Medida	Ítem	Requerimiento
Relación ventana-pared	Diseño arquitectónico	La relación ventana /muro no debe ser mayor a 40% ventana, 60% muro
LED para interiores	Luminarias tipo LED	Diseño de iluminación que demuestre una densidad de potencia de iluminación de máximo 4,2 W/m ² . (calculado como la carga de iluminación de todo el apartamento por el área del apartamento).
Controles de ocupación en corredores	Sensores de presencia o vacancia	Las zonas comunes interiores (corredores,) deben contar con sensores de ocupación para la iluminación.
Control de iluminación por luz día en corredores y exteriores	Sensores de luz natural	Las zonas comunes del edificio deben contar con controles de luz día para las



Medida	Ítem	Requerimiento
		zonas con acceso a luz natural.
Control horario para corredores y exteriores	Temporizadores o control por horario	La iluminación de corredores debe contar con horario de encendido y apagado automático.
Iluminación natural a través de fachadas o cielos	Iluminancia	Mínimo 105 Lux en el 75 % de espacios regularmente ocupados, entendidos como espacios donde hay permanencia de personas desarrollando alguna actividad por más de 1 hora al día.
Colectores solares para calentamiento de agua	Colector solar	Se deben instalar colectores solares para atender el 32% de la demanda de agua caliente del edificio. Como alternativa a la implementación de esta medida se presenta el siguiente conjunto de medidas: <ul style="list-style-type: none">• Sensores de ocupación para la iluminación en sótanos y• Caldera o calentadores a gas de por lo menos 80% de eficiencia.
Ventilación natural	Diseño bioclimático	El diseño bioclimático debe cumplir con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.

Fuente: elaboración propia

La descripción detallada de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Planos de iluminación y control de iluminación.
3. Fichas técnicas de luminarias.
4. Cálculos de iluminación natural.
5. Planos arquitectónicos.
6. Diseño de sistema de agua caliente solar incluyendo especificaciones y fichas técnicas.

7. Diseño de sistema de agua caliente incluyendo especificaciones y fichas técnicas

4.7.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua

La Tabla 44 muestra las medidas requeridas que deben cumplirse en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Vivienda de estratos 3 y 4.

Tabla 44. Medidas de agua requeridas para el método prescriptivo de vivienda estrato 3 y 4

Medida	Ítem	Requerimiento
Accesorios eficientes: ducha	Ducha	Instalar duchas con un consumo máximo de 6 lpm a una presión de 60 PSI.
Accesorios eficientes: sanitario privado ahorrador	Sanitario	Instalar sanitarios de uso privado de tanque con un caudal máximo de 3,8 lpd.
Accesorios eficientes: grifo lavaplatos	Lavaplatos	Instalar grifo de lavaplatos con un consumo máximo de 6 lpm a 60 PSI.
Accesorios eficientes: grifo lavamanos	Lavamanos	Instalar lavamanos con un consumo máximo de 6 lpm a 60 PSI.

Fuente: elaboración propia

Los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y deberá documentarse en el formato de cumplimiento que se encuentra en el Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en las que se indique el consumo



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Vivienda de estratos 5 y 6

4.8. Vivienda de estratos 5 y 6

4.8.1 Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma como debe calcularse el ahorro de energía para la tipología Vivienda de estratos 5 y 6 de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar su desempeño energético.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea base según con los parámetros dados en ese estándar.

Paso 2. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Vivienda estrato 5 y 6

El consumo energético de la línea base debe ser ajustado usando un factor de ajuste a las condiciones locales específicas de la tipología Vivienda de estratos 5 y 6²²atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA[\text{Eq. 1}]$$

Donde:

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología Vivienda estratos 5 y 6 corresponde a 0.88.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de con los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante usando los parámetros de diseño que se hayan definido para el edificio y generar el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que pueden ser usadas por el equipo del proyecto de acuerdo con las prioridades del proyecto. La Tabla 45 resume la metodología que debe seguir el proyecto en cuanto a los parámetros de simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

Tabla 45. Resumen de metodología caso de diseño. Viviendas de estratos 5 y 6

²² Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHRAE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.



ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1. Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 2. Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3. Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4. Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla 46. Si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5. Envoltente del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6. Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan las luminarias se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 46.
Sección 7. Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8. Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9. Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10. Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla 46 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11. Agua caliente domestica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 12. Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se conoce la carga de tomas se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 46. La ocupación debe ser la que tendrá del proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla 46.
Sección 13. Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14. Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15. Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16. Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17. Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90. 1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 45 se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación debe referirse a la Tabla 46, que contiene un listado de parámetros sugeridos.

Tabla 46. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño viviendas de estratos 5 y 6

Ítem	Parámetro
Horario ocupación	Desde 00:00 hasta 07:00:100% Desde 08:00 hasta 16:00:25% Desde 17:00 hasta 24:00:100%
Densidad de ocupación	3 personas/Unidad residencial
Carga de tomas	2.69 W/m ²
Rango de confort	18.5 °C - 25.5 °C
Carga de Iluminación interior	4,68 W/m ²

Fuente: elaboración propia

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro del caso de diseño

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado, que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

Por tanto, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base tal como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En el segundo escenario se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

El equipo del proyecto debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p : Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Luego de realizar el cálculo anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro requerido obligatorio para la tipología Vivienda de estratos 5 y 6 ²³ con base en la ecuación 5:

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p : Ahorro del proyecto

A_r : Es el ahorro requerido

Para el caso de vivienda estrato 5 y 6 el ahorro requerido obligatorio es de 31%.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o puede utilizar uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético

²³ Ahorro obligatorio estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*.

mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para la particularidad del proyecto.

Paso 6. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro del proyecto (Ap) es mayor o igual que el ahorro requerido para esta tipología, el valor de ahorro del proyecto (Ap) deberá multiplicarse por un factor de 0.806 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Una vez superado el desempeño objetivo se deben utilizar los dos formatos de presentación del proyecto por el método de desempeño para energía que se encuentran en el Anexo 3.

4.8.2. Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá la forma como se debe calcular el ahorro de agua para la tipología Vivienda de estratos 5 y 6, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentarán siete pasos que debe desarrollar el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua del mismo.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la cantidad de unidades residenciales y la densidad de ocupación en estas unidades residenciales para obtener la ocupación total de residentes. En caso de no poder obtener el valor de densidad de ocupación por favor referirse a la Tabla 48 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua. Para esta tipología solo es necesario calcular la ocupación residente del proyecto.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción a las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar en el proyecto. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En el caso de los aparatos de flujo se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Se deben incluir sanitarios, lavamanos, lavaplatos y duchas.

Grupos de uso: según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso para asignarle a cada uno sus consumos, ocupantes y usos. Si en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene un sanitario de doble descarga y otro de descarga sencilla, se deben generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de aparato.

Duraciones y frecuencias de uso: si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas) y la frecuencia de uso en el día se deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 48 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla 48. Parámetros sugeridos para el cálculo de desempeño de consumo de agua en viviendas de estratos 5 y 6

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación	3 personas/Unidad residencial.
Duración aparatos de flujo	Lavamanos 1 min/uso Duchas 8 min/uso Lavaplatos 1 min/uso.
Usos diarios por persona	Sanitarios 3 usos/día Lavamanos 3 usos/día Duchas 1 uso/día Lavaplatos 3 usos/día.

Fuente: elaboración propia

Paso 2. Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base, deben usarse los caudales de la NTC1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4(ver página 94 de la NTC1500).

Cada consumo se calcula de la siguiente manera:

Calcular consumo de aparatos de descarga (sanitario): Para calcular los consumos se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]

F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuest} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 7]}$$

Calcular consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas): Para calcular los consumos se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal

como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * t * F \text{ [Eq. 8]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]
P: Número de usuarios del grupo de uso
CA: Caudal de aparato [lpm]
F: Frecuencia de uso diario
T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litro}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 9]}$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al calcular los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y por lo tanto cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Vivienda de estratos 5 y 6

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología Vivienda de estratos 5 y 6²⁴teniendo en cuenta la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología Vivienda de estratos 5 y 6 es de 0.99.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2 pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada proyecto en particular.

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Proyectos que reutilicen el agua tratada como estrategia de ahorro de agua

²⁴ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base de la NTC1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

Cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán de acuerdo con la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar, lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua

Se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \% \text{ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad})$ para determinar el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

- Para proyectos que solo son desarrollados en las zonas comunes y que las zonas privadas se entregan para futura adecuación

Se deben incluir las estrategias de eficiencia dentro del reglamento de propiedad horizontal, de manera que los arrendatarios o propietarios también los cumplan en sus espacios. Para las áreas que no sean desarrolladas por el constructor, se deben usar dentro de la modelación energética del caso de diseño los parámetros estipulados en el reglamento de propiedad horizontal.

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para evaluar el ahorro de agua

Se aplica la ecuación 10.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a: Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, que es de 33%.

Paso 6. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro requerido para la tipología, el equipo de trabajo debe buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin deseleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo para la particularidad del proyecto.

Las medidas seleccionadas para el proyecto deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 33%.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al requerido por este Protocolo.

Paso 7. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro de caso propuesto es mayor o igual que el porcentaje de ahorro obligatorio para esta tipología, el valor de ahorro de caso propuesto deberá multiplicarse por un factor de 0.7575 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Cuando se supere el desempeño objetivo se debe utilizar el formato de presentación del proyecto por el método de desempeño para agua que se encuentra en el Anexo 3.

4.8.3. Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla 49 muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro obligatorio para la Vivienda Estrato 5 y 6, estas medidas están tomadas del paquete obligatorio simulado en este estudio a través del cual se determinó el ahorro obligatorio para la tipología.

Tabla 49. Medidas requeridas método prescriptivo para viviendas de estratos 5 y 6

Medida	Ítem	Requerimiento
Relación ventana-pared	Diseño arquitectónico	La relación ventana-muro no debe ser mayor a 40 % ventana 60 % muro.
LED para interiores	Luminarias tipo LED	Diseño de iluminación que demuestre una densidad de potencia de iluminación de máximo 5,3 W/m ² .
Controles de ocupación en corredores y exteriores	Sensores de presencia o vacancia	Las zonas comunes deben contar con sensores de ocupación para la iluminación.
Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos	Iluminancia	Mínimo 105 Lux en el 75 % de espacios regularmente ocupados, entendidos como espacios donde hay permanencia de personas desarrollando alguna actividad por más de 1 hora al día.
Sistemas de calentamiento de agua - centrales	Sistemas centrales	El sistema de agua caliente debe ser central para el 100% de usos de agua caliente.
Ventilación Natural	Diseño bioclimático	El diseño bioclimático debe cumplir con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
Sensores CO en parqueaderos	Sensores de CO	El sistema de control para extracción de parqueadero debe usar sensores de CO.

Colectores solares para calentamiento de agua	Colector solar	Se deben instalar colectores solares para atender el 20% de la demanda de agua caliente del edificio. Como alternativa a la implementación de esta medida se presenta la siguiente opción: <ul style="list-style-type: none"> • Sensores de ocupación para la iluminación en sótanos
Eficiencia en calentadores a gas	Calentadores a gas	Los calentadores de gas deben tener una eficiencia de mínimo 75%.

Fuente: elaboración propia

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Planos de iluminación y control de iluminación, memorias de cálculo, fichas técnicas y especificaciones.
3. Cálculos de iluminación natural.
4. Planos arquitectónicos.
5. Diseño de sistema de agua caliente solar incluyendo especificaciones, memorias de cálculo y fichas técnicas.
6. Diseño de ventilación de sótanos.

El requerimiento de Sensores de CO no aplica si el proyecto no tiene sótanos o si los sótanos son ventilados de forma natural en cuyo caso deberán entregarse cálculos o simulaciones del sistema bioclimático.

4.8.4. Método prescriptivo para el ahorro de agua

La Tabla 50 muestra las medidas requeridas que deben cumplirse en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Vivienda de estratos 5 y 6.

Tabla 50. Medidas de agua requeridas para el método prescriptivo de Viviendas de estratos 5 y 6

Medida	Ítem	Requerimiento
Accesorios eficientes: ducha	Ducha	Instalar duchas con un consumo máximo de 6 lpm a una presión de 60 PSI.
Accesorios eficientes: sanitario privado ahorrador	Sanitario	Instalar sanitarios de uso privado de tanque con un caudal máximo de 3,8 lpd.
Accesorios eficientes: grifo lavaplatos	Lavaplatos	Instalar grifo de lavaplatos con un consumo máximo de 6 lpm a 60 PSI.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Medida	Ítem	Requerimiento
Accesorios eficientes: grifo lavamanos	Lavamanos	Instalar lavamanos con un consumo máximo de 6 lpm a 60 PSI.

Fuente: elaboración propia

Los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y deberá documentarse en el formato de cumplimiento que se encuentra en el Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en la que se indique el consumo.

Bibliografía

- Icontec. (2017). Norma Técnica NTC Colombia 1500. Código colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Bogotá: autor.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). Resolución 463 de 2017, “Por medio de la cual se adopta el Formulario Único Nacional para la solicitud de licencias urbanísticas y el reconocimiento de urbanizaciones y otros documentos”. Bogotá: *Diario Oficial* 50.306 de 26 de julio de 2017.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). Resolución 549 de 2015, “Por la cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la Parte 2, del Libro 2 del Decreto número 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones”.
- Ospina, A. M., Barbosa, J., Ovalle, A., Duarte, J., Carreño, T., Ascencio, A., Hurtado, S., Martínez, N. y Hoyos, J. (2018). Bases técnicas para el desarrollo del Protocolo de Implementación de la Resolución 549 de 2015. Bogotá: Secretaría Distrital de Planeación (SDP) y Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS). Bogotá: *Diario Oficial* 49.591 de 1 de agosto de 2015.

Anexo 1.

En este anexo se presentan las metodologías para el cumplimiento de los ahorros de agua y energía en proyectos de Vivienda de Interés Prioritario (VIP) y Vivienda de Interés Social (VIS).

En una primera parte se muestran los métodos de desempeño y prescriptivos para el cumplimiento de los ahorros de agua y energía indicados como optativos en la Resolución 549 de 2015.

En una segunda parte, se muestran los métodos correspondientes para el cumplimiento de ahorros de agua y energía basados en topes de inversión que viabilicen el desarrollo, que corresponden a 0,2% sobre el costo directo de inversión en proyectos VIP y 0,63% sobre el costo directo de inversión en proyectos VIS

Métodos indicativos para el cumplimiento de los ahorros propuestos por la Resolución 549 de 2015 para Vivienda de Interés Prioritario (VIP) y Vivienda de Interés Social (VIS).

1. Vivienda de Interés Prioritario (VIP)

1.1 Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma como debe calcularse el ahorro de energía para la tipología Vivienda VIP de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar su desempeño energético.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea base según los parámetros dados en ese estándar.

Paso 2. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Vivienda de interés prioritario

El consumo energético de la línea base debe ajustarse según las condiciones locales específicas de la tipología Vivienda VIP²⁵ atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA \text{ [Eq. 1]}$$

Donde:

²⁵ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*. Calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHRAE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste de línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología VIP corresponde a 1.28.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante, usando los parámetros de diseño que se hayan definido para el edificio y así generar el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que pueden ser usadas por el equipo del proyecto de acuerdo con las prioridades del proyecto. La Tabla 51 resume la metodología que debe seguir el proyecto en cuanto a los parámetros de simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

Tabla 51. Resumen de metodología caso de diseño Vivienda VIP

ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1. Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 2. Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3. Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4. Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla 52. Si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5. Envoltante del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6. Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan las luminarias se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 52.
Sección 7. Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8. Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9. Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10. Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla 52 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11. Agua caliente doméstica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 12. Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se conoce la carga de tomas se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 52. La ocupación debe ser la que tendrá del proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla 52.
Sección 13. Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14. Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15. Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16. Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17. Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90.1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 51, se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación del proyecto debe referirse a la Tabla 52, que contiene un listado de parámetros sugeridos.

Tabla 52. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño Vivienda VIP

Ítem	Parámetro
Horario ocupación	Desde 00:00 hasta 07:00: 100 % Desde 08:00 hasta 16:00: 0 % Desde 17:00 hasta 24:00: 100 %
Densidad de ocupación	4 personas/Unidad residencial
Carga de tomas	2.69 W/m ²
Rango de confort	18.5 °C - 25.5 °C
Carga de Iluminación interior	6,54 W/m ²

Fuente: elaboración propia

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro del caso de diseño

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado, que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

De este modo, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base tal como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En el segundo escenario se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El porcentaje de ahorro estará determinado por el proveedor del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

Se debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p : Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Luego de realizar el cálculo anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro sugerido para la tipología vivienda VIP ²⁶ con base en la ecuación 5:

²⁶ Ahorro estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*.

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p : Ahorro del proyecto

A_r : Es el ahorro sugerido

Para el caso de vivienda VIP el ahorro sugerido es de 11 %.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o puede emplear uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al sugerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro sugerido, se recomienda busca nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro indicativo para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para la particularidad del proyecto.

Paso 6. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro del proyecto (A_p) es mayor o igual que el ahorro sugerido para esta tipología, el valor de ahorro del proyecto (A_p) deberá multiplicarse por un factor de 1,3636 para obtener el ahorro ajustado, comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Una vez superado el desempeño objetivo se deben utilizar los dos formatos de presentación del proyecto por el método de desempeño para energía que se encuentran en el Anexo 3.

1.2 Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá la forma como se calcula el ahorro de agua para la tipología Vivienda VIP, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentarán siete pasos que puede desarrollar el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la cantidad de unidades residenciales y la densidad de ocupación en estas unidades residenciales para obtener la ocupación total de residentes. En caso de no poder obtener el valor de densidad de ocupación por favor referirse a la Tabla 53 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en

consumo del agua. Para esta tipología solo es necesario calcular la ocupación residente del proyecto.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción con las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar en el proyecto. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En el caso de los aparatos de flujo se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Se deben incluir sanitarios, lavamanos, lavaplatos y duchas.

Grupos de uso: según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso para asignarle a cada uno sus consumos, ocupantes y usos. Si en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene un sanitario de doble descarga y otro de descarga sencilla, se deberán generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de aparato.

Duraciones y frecuencias de uso: de acuerdo con el proyecto, si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas) y la frecuencia de uso en el día, se deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 53 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla 53. Parámetros sugeridos para el cálculo de desempeño de consumo de agua Vivienda VIP

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación	4 personas/Unidad residencial
Duración aparatos de flujo	Lavamanos 0,5 min/uso
	Duchas 4 min/uso
	Lavaplatos 1 min/uso
Usos diarios por persona	Sanitarios 2 usos/día
	Lavamanos 2 usos/día
	Duchas 1 uso/día
	Lavaplatos 2 usos/día

Fuente: elaboración propia

Paso 2. Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base deben usarse los caudales de la NTC 1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4 (ver página 94 de la NTC 1500).

Cada consumo se calcula de la siguiente manera:

Calcular consumo de aparatos de descarga (sanitario): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]

F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuest} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 7]}$$

Calcular consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas): para el efecto, se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso definido.

$$CD = P * CA * t * F \text{ [Eq. 8]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato [lpm]

F: Frecuencia de uso diario

T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 9]}$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al calcular los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y, por tanto, cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología vivienda VIP

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología de Vivienda VIP²⁷ teniendo en cuenta la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología de Vivienda VIP es de 1.02.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2 pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada uno.

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Proyectos que reutilicen de agua tratada como estrategia de ahorro de agua

Cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán de acuerdo con la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar, lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua

Se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de (100 – % de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

- Para proyectos que se desarrollan solamente en las zonas comunes y que las zonas privadas se entregan para futura adecuación

Se deben incluir las estrategias de eficiencia dentro del reglamento de propiedad horizontal, de manera que los arrendatarios o propietarios también los cumplan en sus espacios. Para las áreas que no sean desarrolladas por el constructor, se deben usar dentro de la modelación energética del caso de diseño los parámetros estipulados en el reglamento de propiedad horizontal.

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para para evaluar el ahorro de agua

Se aplica la ecuación 10.

²⁷ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base de la NTC 1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a: Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro sugerido para esta tipología, que es de 18 %.

Paso 6. Si no se logra el ahorro sugerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro indicativo para la tipología, el equipo de trabajo debe buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin de seleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo para la particularidad del proyecto.

Las medidas seleccionadas para el proyecto deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 18 %.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al sugerido por este Protocolo.

Paso 7. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro de caso propuesto es mayor o igual que el porcentaje de ahorro sugerido para esta tipología, el valor de ahorro de caso propuesto deberá multiplicarse por un factor de 0.5555 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Cuando se supere el desempeño objetivo se debe utilizar el formato de presentación del proyecto por el método de desempeño para agua que se encuentra en el Anexo 3.

1.3 Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla 54 muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro indicativo para la Vivienda de interés prioritario, estas medidas están tomadas del paquete simulado en este estudio a través del cual se determinó el ahorro sugerido para la tipología.

Tabla 54. Medidas requeridas método prescriptivo para viviendas de interés prioritario

Medida	Ítem	Parámetro
--------	------	-----------

Ventilación Natural	Diseño bioclimático	ASHRAE 62.1 2010
Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos	Iluminancia	Mínimo 105 Lux en el 75 % de espacios regularmente ocupados con iluminación natural

Fuente: elaboración propia

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Cálculos de iluminación natural.
3. Planos arquitectónicos.

1.4 Método prescriptivo para el ahorro de agua

La Tabla 55 muestra las medidas requeridas que se sugieren en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Vivienda de interés prioritario.

Tabla 55. Medidas de agua requeridas para el método prescriptivo de Viviendas de interés prioritario

Medida	Ítem	Parámetro
Accesorios eficientes: Ducha	Ducha	6 lpm a 80 PSI
Accesorios eficientes: Sanitario ahorrador	Sanitario	3,8 lpd
Accesorios eficientes: Grifo de lavaplatos	Lavaplatos	6 lpm a 60 PSI
Accesorios eficientes: Grifo de lavamanos	Lavamanos	6 lpm a 60 PSI

Fuente: elaboración propia

Los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y deberá documentarse en el formato de cumplimiento que se encuentra en el Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en la que se indique el consumo.

2 Vivienda de Interés Social (VIS)

2.1 Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma como debe calcularse el ahorro de energía para la tipología Vivienda VIS de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar su desempeño energético.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea base según los parámetros dados en ese estándar.

Paso 2. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Vivienda de Interés Social

El consumo energético de la línea base debe ajustarse acorde con las condiciones locales específicas de la tipología Vivienda VIS²⁸ atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA[\text{Eq. 1}]$$

Donde:

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste de línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología VIS corresponde a 1.14.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante, usando los parámetros de diseño que se hayan definido para el edificio y así generar el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que puede emplear el equipo del proyecto de acuerdo con las prioridades del proyecto. La Tabla 56 resume la metodología que debe seguir el proyecto en cuanto a los parámetros de simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

²⁸ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHRAE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

Tabla 56. Resumen de metodología caso de diseño Vivienda VIS

ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1. Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 2. Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3. Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4. Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla 57 si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5. Envoltante del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6. Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan las luminarias se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 56.
Sección 7. Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8. Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9. Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10. Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla 57 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11. Agua caliente doméstica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 12. Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se conoce la carga de tomas se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 57. La ocupación debe ser la misma del proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla 57.
Sección 13. Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14. Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15. Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16. Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17. Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90.1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 56, se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación debe referirse a la Tabla 57, que contiene un listado de parámetros sugeridos.

Tabla 57. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño Vivienda VIS

Ítem	Parámetro
Horario	Desde 00:00 hasta 07:00: 100 % Desde 08:00 hasta 16:00: 0 % Desde 17:00 hasta 24:00: 100 %
Ocupación	4 personas/Unidad residencial
Carga de tomas	2.69 W/m ²
Rango de confort	18.5 °C - 25.5 °C
Carga de iluminación interior	6,54 W/m ²
Carga de iluminación exterior	1,71 W/m ²

Consideraciones especiales del caso de diseño

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro del caso de diseño

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado, que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

Por tanto, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base tal como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En el segundo escenario se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El porcentaje de ahorro estará determinado por el proveedor del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

El equipo del proyecto debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p : Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Luego de realizar el cálculo anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro sugerido para la tipología Vivienda VIS ²⁹ con base en la ecuación 5:

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p : Ahorro del proyecto

A_r : Es el ahorro sugerido

Para el caso de vivienda VIS el ahorro sugerido es de 28 %.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o puede utilizar uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al sugerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro sugerido, buscar nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro indicativo para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos

²⁹ Ahorro estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*.

energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para cada proyecto.

Paso 6. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro del proyecto (A_p) es mayor o igual que el ahorro sugerido para esta tipología, el valor de ahorro del proyecto (A_p) deberá multiplicarse por un factor de 0.7142 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Una vez superado el desempeño objetivo se deben utilizar los dos formatos de presentación del proyecto por el método de desempeño para energía que se encuentran en el Anexo 3.

2.2 Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá la forma como se calcula el ahorro de agua para la tipología Vivienda VIS, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este estudio. Se presentarán siete pasos que puede desarrollar el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua del mismo.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la cantidad de unidades residenciales y la densidad de ocupación en estas unidades residenciales para obtener la ocupación total de residentes. En caso de no poder obtener el valor de densidad de ocupación por favor referirse a la Tabla 58 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua. Para esta tipología solo es necesario calcular la ocupación residente del proyecto.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción a las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar en el proyecto. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En el caso de los aparatos de flujo se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Se deben incluir sanitarios, lavamanos, lavaplatos y duchas.

Grupos de uso: según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso, para asignarle a cada uno sus consumos, ocupantes y usos. Si en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene un sanitario de doble descarga y otro de descarga sencilla, se deberán generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de aparato.

Duraciones y frecuencias de uso: de acuerdo con el proyecto, si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas) y la frecuencia de uso en el día se deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 58 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla 58. Parámetros sugeridos para cálculo de desempeño de consumo de agua Vivienda VIS

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación	4 personas/Unidad residencial
Duración aparatos de flujo	Lavamanos 0,5 min/uso Duchas 4 min/uso Lavaplatos 1 min/uso
Usos diarios por persona	Sanitarios 2 usos/día Lavamanos 2 usos/día Duchas 1 uso/día Lavaplatos 2 usos/día

Fuente: elaboración propia

Paso 2. Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base deben usarse los caudales de la NTC1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4 (ver página 94 de la NTC1500).

Cada consumo se establece de la siguiente manera:

Calcular consumo de aparatos de descarga (sanitario): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

- CD: Volumen de agua por día [l/día]
- P: Número de usuarios del grupo de uso
- CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]
- F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 7]}$$

Calcular consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso identificado.

$$CD = P * CA * t * F \text{ [Eq. 8]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato [lpm]

F: Frecuencia de uso diario

T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 9]}$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al calcular los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y, por tanto, cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Vivienda VIS

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología de Vivienda VIS³⁰ teniendo en cuenta la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología de Vivienda VIS es de 1.0.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2 pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada proyecto en particular.

Consideraciones especiales cálculo caso de diseño

- Proyectos que reutilicen el agua tratada como estrategia de ahorro de agua

Cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán de acuerdo con la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar, lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

³⁰ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base de la NTC 1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua

Se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

- Para proyectos que se desarrollan solamente en las zonas comunes y que las zonas privadas se entregan para futura adecuación

Se deben incluir las estrategias de eficiencia dentro del reglamento de propiedad horizontal, de manera que los arrendatarios o propietarios también los cumplan en sus espacios. Para las áreas que no sean desarrolladas por el constructor, se debe usar dentro de la modelación energética del caso de diseño los parámetros estipulados en el reglamento de propiedad horizontal.

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para para evaluar el ahorro de agua

Se aplica la ecuación 10.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a: Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro sugerido para esta tipología, que es de 17 %.

Paso 6. Si no se logra el ahorro sugerido, insistir con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro sugerido para la tipología, el equipo de trabajo debe buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin de seleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo según el proyecto.

Las medidas seleccionadas para el proyecto deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 17 %.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al sugerido por este Protocolo.

Paso 7. Multiplicar por el factor de ajuste de ahorro

Una vez se obtenga que el ahorro de caso propuesto es mayor o igual que el porcentaje de ahorro sugerido para esta tipología, el valor de ahorro de caso propuesto deberá multiplicarse por un factor de 0.5882 para obtener el ahorro del proyecto ajustado y comparable con el valor de ahorro requerido por la Resolución 549 de 2015.

Cuando se supere el desempeño objetivo se debe utilizar el formato de presentación del proyecto por el método de desempeño para agua que se encuentra en el Anexo 3.

2.3 Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla 59 muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro indicativo para la Vivienda de interés social, estas medidas están tomadas del paquete simulado en este estudio a través del cual se determinó el ahorro indicativo para la tipología.

Tabla 59. Medidas requeridas método prescriptivo para viviendas de interés social

Medida	Ítem	Parámetro
LED para interiores	Luminarias tipo LED	5,45 W/m ²
Ventilación natural	Diseño bioclimático	ASHRAE 62.1 2010
Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos	Iluminancia	Mínimo 105 Lux en el 75 % de espacios regularmente ocupados con iluminación natural
Controles de ocupación en corredores y exteriores	Sensores de presencia o vacancia	si

Fuente: elaboración propia

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Cálculos de iluminación natural.
3. Planos arquitectónicos.

4. Planos de iluminación y control de iluminación, memorias de cálculo, fichas técnicas y especificaciones.

2.4 Método prescriptivo para el ahorro de agua

La Tabla 60 muestra las medidas sugeridas que deben cumplirse en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Vivienda de interés social.

Tabla 60. Medidas de agua sugeridas para el método prescriptivo de Viviendas de interés social.

Medida	Ítem	Parámetro
Accesorios eficientes: Ducha	Ducha	6 lpm a 80 PSI
Accesorios eficientes: Sanitario ahorrador	Sanitario	5,2 lpd
Accesorios eficientes: Grifería de lavaplatos	Lavaplatos	6,5 lpm a 60 PSI
Accesorios eficientes: Grifo de lavamanos	Lavamanos	7 lpm a 60 PSI

Fuente: elaboración propia

Los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y deberá documentarse en el formato de cumplimiento que se encuentra en el Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en la que se indique el consumo.

Método indicativos para el cumplimiento de los topes de inversión establecidos por la Secretaría Distrital de Planeación para Vivienda de Interés Prioritario (VIP) y Vivienda de Interés Social (VIS).

3 Vivienda de Interés Prioritario (VIP)

3.1 Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma como debe calcularse el ahorro de energía para la tipología Vivienda VIP de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar su desempeño energético.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea base según los parámetros dados en ese estándar.

Paso 2. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Vivienda de interés prioritario

El consumo energético de la línea base debe ajustarse según las condiciones locales específicas de la tipología Vivienda VIP³¹ atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA \text{ [Eq. 1]}$$

Donde:

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste de línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología VIP corresponde a 1.28.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante, usando los parámetros de diseño que se hayan definido para el edificio y así generar el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que pueden ser usadas por el equipo del proyecto de acuerdo con las prioridades del proyecto. La Tabla 61 resume la metodología que debe seguir el proyecto en cuanto a los parámetros de

³¹ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*. Calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHRAE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

Tabla 61. Resumen de metodología caso de diseño Vivienda VIP

ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1. Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 2. Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3. Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4. Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla 62. Si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5. Envoltente del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6. Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan las luminarias se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 62.
Sección 7. Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8. Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9. Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10. Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla 62 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11. Agua caliente doméstica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 12. Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se conoce la carga de tomas se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 62. La ocupación debe ser la que tendrá del proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla 62.
Sección 13. Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14. Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15. Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16. Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17. Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90.1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 61, se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación del proyecto debe referirse a la Tabla 62, que contiene un listado de parámetros sugeridos.

Tabla 62. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño Vivienda VIP

Ítem	Parámetro
Horario ocupación	Desde 00:00 hasta 07:00: 100 % Desde 08:00 hasta 16:00: 0 % Desde 17:00 hasta 24:00: 100 %
Densidad de ocupación	4 personas/Unidad residencial
Carga de tomas	2.69 W/m ²
Rango de confort	18.5 °C - 25.5 °C
Carga de Iluminación interior	6,54 W/m ²

Fuente: elaboración propia

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro del caso de diseño

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado, que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

De este modo, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base tal como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En

el segundo escenario se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de (100 – % de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El porcentaje de ahorro estará determinado por el proveedor del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

Se debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p : Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Luego de realizar el cálculo anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro sugerido para la tipología vivienda VIP ³² con base en la ecuación 5:

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p : Ahorro del proyecto

A_r : Es el ahorro sugerido

Para el caso de vivienda VIP el ahorro sugerido es de 11 %.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o puede emplear uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al sugerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro indicativo, se recomienda busca nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

³² Ahorro estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*.

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro sugerido para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para la particularidad del proyecto.

3.2 Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá la forma como se calcula el ahorro de agua para la tipología Vivienda VIP, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentarán siete pasos que puede desarrollar el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la cantidad de unidades residenciales y la densidad de ocupación en estas unidades residenciales para obtener la ocupación total de residentes. En caso de no poder obtener el valor de densidad de ocupación por favor referirse a la Tabla 63 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua. Para esta tipología solo es necesario calcular la ocupación residente del proyecto.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción con las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar en el proyecto. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En el caso de los aparatos de flujo se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Se deben incluir sanitarios, lavamanos, lavaplatos y duchas.

Grupos de uso: según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso para asignarle a cada uno sus consumos, ocupantes y usos. Si en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene un sanitario de doble descarga y otro de descarga sencilla, se deberán generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de aparato.

Duraciones y frecuencias de uso: de acuerdo con el proyecto, si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas) y la frecuencia de uso en el día, se deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 63 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla 63. Parámetros sugeridos para el cálculo de desempeño de consumo de agua Vivienda VIP

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación	4 personas/Unidad residencial

Duración aparatos de flujo	Lavamanos	0,5	min/uso
	Duchas	4	min/uso
	Lavaplatos	1	min/uso
Usos diarios por persona	Sanitarios	2	usos/día
	Lavamanos	2	usos/día
	Duchas	1	uso/día
	Lavaplatos	2	usos/día

Fuente: elaboración propia

Paso 2. Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base deben usarse los caudales de la NTC 1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4 (ver página 94 de la NTC 1500).

Cada consumo se calcula de la siguiente manera:

Calcular consumo de aparatos de descarga (sanitario): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]

F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuest} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 7]}$$

Calcular consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas): para el efecto, se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso definido.

$$CD = P * CA * t * F \text{ [Eq. 8]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato [lpm]
F: Frecuencia de uso diario
T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 9]}$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al calcular los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y, por tanto, cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología vivienda VIP

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología de Vivienda VIP³³ teniendo en cuenta la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología de Vivienda VIP es de 1.02.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2 pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada uno.

Consideraciones especiales sobre el cálculo en el caso de diseño

- Proyectos que reutilicen de agua tratada como estrategia de ahorro de agua

Cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán de acuerdo con la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar, lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua

Se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de (100 – % de ahorro dado por el

³³ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base de la NTC 1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

- Para proyectos que se desarrollan solamente en las zonas comunes y que las zonas privadas se entregan para futura adecuación

Se deben incluir las estrategias de eficiencia dentro del reglamento de propiedad horizontal, de manera que los arrendatarios o propietarios también los cumplan en sus espacios. Para las áreas que no sean desarrolladas por el constructor, se deben usar dentro de la modelación energética del caso de diseño los parámetros estipulados en el reglamento de propiedad horizontal.

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para para evaluar el ahorro de agua

Se aplica la ecuación 10.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a: Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro sugerido para esta tipología, que es de 11 %.

Paso 6. Si no se logra el ahorro sugerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro sugerido para la tipología, el equipo de trabajo debe buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin de seleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo para la particularidad del proyecto.

Las medidas seleccionadas para el proyecto deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 11 %.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al sugerido por este Protocolo.

3.3 Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla 64 muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro indicativo para la Vivienda de interés prioritario, estas medidas están tomadas del paquete simulado en este estudio a través del cual se determinó el ahorro sugerido para la tipología.

Tabla 64. Medidas requeridas método prescriptivo para viviendas de interés prioritario

Medida	Ítem	Parámetro
Ventilación Natural	Diseño bioclimático	ASHRAE 62.1 2010
Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos	Iluminancia	Mínimo 105 Lux en el 75 % de espacios regularmente ocupados con iluminación natural

Fuente: elaboración propia

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Cálculos de iluminación natural.
3. Planos arquitectónicos.

3.4 Método prescriptivo para el ahorro de agua

La Tabla 65 muestra las medidas requeridas que deben cumplirse en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Vivienda de interés prioritario.

Tabla 65. Medidas de agua requeridas para el método prescriptivo de Viviendas de interés prioritario

Medida	Ítem	Parámetro
Accesorios eficientes: Ducha	Ducha	6 lpm a 80 PSI
Accesorios eficientes: Sanitario ahorrador	Sanitario	6lpd
Accesorios eficientes: Grifo de lavaplatos	Lavaplatos	8.3lpm a 60 PSI
Accesorios eficientes: Grifo de lavamanos	Lavamanos	8.3lpm a 60 PSI

Fuente: elaboración propia

Los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. La descripción de cada medida se encuentra en

el Anexo 2 y deberá documentarse en el formato de cumplimiento que se encuentra en el Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en la que se indique el consumo.

4 Vivienda de Interés Social (VIS)

4.1 Método de desempeño para el ahorro de energía

En esta sección se describe la forma como debe calcularse el ahorro de energía para la tipología Vivienda VIS de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este Protocolo. Se presentan seis pasos que debe tener en cuenta el equipo del proyecto con el fin de evaluar su desempeño energético.

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 sección G2 en adelante, para generar la línea base según los parámetros dados en ese estándar.

Paso 2. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Vivienda de Interés Social

El consumo energético de la línea base debe ajustarse acorde con las condiciones locales específicas de la tipología Vivienda VIS³⁴ atendiendo a la ecuación 1:

$$LBA = LB * FA[\text{Eq. 1}]$$

Donde:

LBA: Consumo de la línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste de línea base

El factor de ajuste de línea base de energía para la tipología VIS corresponde a 1.14.

Paso 3. Generar el caso de diseño en virtud de los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

El equipo del proyecto debe usar la metodología descrita en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016 desde la sección G2 en adelante, usando los parámetros de diseño que se hayan definido para el edificio y así generar el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que puede emplear el equipo del proyecto de acuerdo con las prioridades del proyecto. La Tabla 66 resume la metodología que debe seguir el proyecto en cuanto a los parámetros de simulación del caso de diseño. Esta tabla presenta las distintas etapas de construcción del modelo (secciones) y los lineamientos para cada una de ellas.

Tabla 66. Resumen de metodología caso de diseño Vivienda VIS

³⁴ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base del Apéndice G del ASHRAE 2016 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.



ASHRAE 90.1 2016 Tabla G3.1	Metodología
Sección 1. Modelo de diseño	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 2. Adiciones y alteraciones	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 3. Clasificación de uso de espacios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 4. Horarios	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, en caso de que el equipo del proyecto no cuente con estos horarios referirse a la Tabla 67 si el proyecto cuenta con una mejor referencia también puede usarla.
Sección 5. Envoltente del proyecto	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 6. Iluminación	Si se instalan las luminarias del proyecto, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se instalan las luminarias se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 67.
Sección 7. Bloques térmicos - Zonificación de HVAC para zonas diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 8. Bloques térmicos - Zonificación para zonas no diseñadas	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 9. Bloques térmicos para edificios residenciales multifamiliares	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 10. Sistemas de HVAC	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016, para el rango de confort utilizar la Tabla 67 que corresponde al rango de confort adaptativo de ASHRAE 55 2010.
Sección 11. Agua caliente doméstica	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 12. Carga de tomas y otras cargas	Si el proyecto conoce la carga de tomas, seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016. Si no se conoce la carga de tomas se debe usar el método de tipo de edificio (<i>Building Area Method</i>) con el valor mostrado en la Tabla 67. La ocupación debe ser la misma del proyecto o en su defecto la referenciada en la Tabla 67.
Sección 13. Limitaciones de modelación del programa de simulación	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 14. Condiciones exteriores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 15. Transformadores de distribución	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 16. Elevadores	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.
Sección 17. Refrigeración	Seguir tabla G3.1 de ASHRAE 90.1 2016.

Fuente: adaptado del ASHRAE 90.1 2016, Apéndice G, Tabla G3.1

En las instrucciones de la Tabla 66, se advierte que en caso de que el proyecto no conozca alguno de los parámetros de operación debe referirse a la Tabla 67, que contiene un listado de parámetros sugeridos.

Tabla 67. Parámetros sugeridos del edificio del caso de diseño Vivienda VIS

Ítem	Parámetro
Horario	Desde 00:00 hasta 07:00: 100 % Desde 08:00 hasta 16:00: 0 % Desde 17:00 hasta 24:00: 100 %
Ocupación	4 personas/Unidad residencial
Carga de tomas	2.69 W/m ²
Rango de confort	18.5 °C - 25.5 °C
Carga de iluminación interior	6,54 W/m ²
Carga de iluminación exterior	1,71 W/m ²

Consideraciones especiales del caso de diseño

- Para proyectos con ventilación natural como estrategia de ahorro del caso de diseño

Se debe realizar una simulación multizona que permita evaluar el desempeño de la ventilación natural en la edificación. Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de ventilación natural puede no proveer confort en todos los momentos, es necesario incluir un sistema virtual de aire acondicionado, que corresponde al mismo sistema de aire acondicionado de la línea base del apéndice G del ASHRAE 90.1 2016, pero este solo se encenderá cuando la ventilación natural no pueda garantizar que los espacios se encuentren dentro del rango de confort establecido.

Por tanto, para que el proyecto pueda tomar ahorro del sistema de ventilación natural, debe realizar un modelo energético con un sistema híbrido de aire acondicionado, con ventilación natural y sistema virtual de la línea base tal como se explicó anteriormente. Además, es importante que este modelo también cumpla con la condición del apéndice G del estándar 90.1 de 2016 de tener máximo 300 horas fuera del rango de confort al año.

En caso de que el programa de simulación usado no permita modelar un sistema híbrido, es necesario seguir una metodología de modelamiento especial. Primero debe establecerse en qué momentos del día la ventilación natural puede garantizar confort térmico en los espacios. Este análisis puede hacerse con una simulación sin sistemas mecánicos y con las aperturas (ventanas o rejillas) con las que cuenta la edificación. Seguido de esto, en el modelo energético del caso de diseño se incluyen los dos sistemas de acondicionamiento (mecánico y natural) con la siguiente lógica de operación.

En el primer escenario se encuentra activada la ventilación natural en los momentos determinados anteriormente y no está disponible la operación del sistema mecánico. En el segundo escenario se permite la operación del sistema mecánico en las horas en que la ventilación natural no garantiza confort y no está disponible. De esta manera puede obtenerse el consumo energético anual de la edificación.

- Para proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro en el caso de diseño

Se debe primero discriminar el consumo de energía de los equipos de presión del sistema de agua potable dentro de los consumos globales correspondientes a cargas de procesos en la modelación energética. Este consumo de energía de los equipos de presión deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real de los equipos. El porcentaje de ahorro estará determinado por el proveedor del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

El equipo del proyecto debe usar la ecuación 4 para determinar el ahorro energético del edificio con respecto a la línea base ajustada.

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA} [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

A_p : Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Luego de realizar el cálculo anterior se debe comparar el ahorro obtenido con el ahorro sugerido para la tipología Vivienda VIS³⁵ con base en la ecuación 5:

$$A_p \geq A_r [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

A_p : Ahorro del proyecto

A_r : Es el ahorro sugerido

Para el caso de vivienda VIS el ahorro sugerido es de 28 %.

Nota: el equipo del proyecto puede utilizar el método descrito en esta sección o puede utilizar uno alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al sugerido por este Protocolo.

Paso 5. Si no se logra el ahorro indicativo, buscar nuevas medidas de eficiencia hasta lograr lo esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro sugerido para la tipología, el equipo del proyecto debe buscar alternativas para mejorar el desempeño energético mediante la implementación de medidas adicionales de eficiencia energética. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos energéticos y seleccionen las medidas de mayor impacto energético y menor costo para cada proyecto.

³⁵ Ahorro estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*.

4.2 Método de desempeño para el ahorro de agua

En esta sección se describirá la forma como se calcula el ahorro de agua para la tipología Vivienda VIS, de acuerdo con el método de desempeño propuesto por este estudio. Se presentarán siete pasos que puede desarrollar el equipo del proyecto con el fin de evaluar el desempeño en el consumo de agua del mismo.

Paso 1. Organización de datos de entrada

Ocupación: como datos de entrada se debe obtener la cantidad de unidades residenciales y la densidad de ocupación en estas unidades residenciales para obtener la ocupación total de residentes. En caso de no poder obtener el valor de densidad de ocupación por favor referirse a la Tabla 68 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua. Para esta tipología solo es necesario calcular la ocupación residente del proyecto.

Consumo de aparatos sanitarios: se debe incluir el caudal en proporción a las fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se van a instalar en el proyecto. Para los aparatos de descarga se incluye en litros por descarga y para los aparatos de flujo en litros por minuto. En el caso de los aparatos de flujo se debe indicar el caudal a 4 bar o 60 psi. Se deben incluir sanitarios, lavamanos, lavaplatos y duchas.

Grupos de uso: según la ocupación, los usos y aparatos que tenga el proyecto, se deben generar grupos de uso, para asignarle a cada uno sus consumos, ocupantes y usos. Si en el proyecto se tienen todos los consumos de aparatos iguales, solo se debe generar un grupo de uso. Si por ejemplo un baño tiene un sanitario de doble descarga y otro de descarga sencilla, se deberán generar dos grupos de uso, uno por cada tipo de aparato.

Duraciones y frecuencias de uso: de acuerdo con el proyecto, si se conocen las duraciones (minutos) de uso de los aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas) y la frecuencia de uso en el día se deben incluir. En caso de no poder obtener el valor por favor referirse a la Tabla 68 de parámetros sugeridos para el cálculo del desempeño en consumo del agua.

Tabla 68. Parámetros sugeridos para cálculo de desempeño de consumo de agua Vivienda VIS

Ítem	Parámetro
Densidad de ocupación	4 personas/Unidad residencial
Duración aparatos de flujo	Lavamanos 0,5 min/uso
	Duchas 4 min/uso
	Lavaplatos 1 min/uso
Usos diarios por persona	Sanitarios 2 usos/día
	Lavamanos 2 usos/día
	Duchas 1 uso/día
	Lavaplatos 2 usos/día

Fuente: elaboración propia

Paso 2. Cálculo línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros de la NTC 1500

Se debe sumar el resultado del volumen anual de agua consumida por los aparatos de descarga y por los aparatos de flujo. Para la línea base deben usarse los caudales de la NTC1500 para cada aparato sanitario Tabla 7.4.4 (ver página 94 de la NTC1500).

Cada consumo se establece de la siguiente manera:

Calcular consumo de aparatos de descarga (sanitario): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso por el caudal de cada aparato y por la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume el aparato usando la ecuación 6. Este procedimiento debe repetirse para cada grupo de uso que se haya definido.

$$CD = P * CA * F \text{ [Eq. 6]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato sanitario [lpd]

F: Frecuencia de uso diario

Finalmente, es importante conocer un volumen anual en unidades de volumen por tiempo, y se deben presentar los resultados en m³/año, por lo que se debe hacer la conversión como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{\text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 7]}$$

Calcular consumos de aparatos de flujo (lavamanos, lavaplatos y duchas): se multiplica la ocupación de cada grupo de uso, la duración de cada uso, la frecuencia de uso diario y se obtienen los litros/día que consume cada aparato, tal como se indica en la ecuación 8. Esto debe repetirse para cada grupo de uso identificado.

$$CD = P * CA * t * F \text{ [Eq. 8]}$$

Donde:

CD: Volumen de agua por día [l/día]

P: Número de usuarios del grupo de uso

CA: Caudal de aparato [lpm]

F: Frecuencia de uso diario

T: Duración

Se deben sumar los consumos de todos los aparatos de flujo y se convierten las unidades a m³/año usando la ecuación 9.

$$\frac{\sum \text{Volumen} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) \times \text{No.} \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = \text{Volumen anual propuesto} \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ [Eq. 9]}$$

Se recomienda seguir la secuencia propuesta por el Protocolo, ya que al calcular los consumos de la línea base antes que los del caso propuesto es posible determinar en un gráfico circular cuáles aparatos son los que más consumen agua y, por tanto, cuál es la oportunidad o el potencial más grande de ahorro.

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología Vivienda VIS

Se debe ajustar el consumo de la línea base calculado en el paso 2 con el factor de ajuste a las condiciones locales específico para la tipología de Vivienda VIS³⁶ teniendo en cuenta la ecuación 1.

El factor de ajuste de la línea base de agua para la tipología de Vivienda VIS es de 1.0.

Paso 4. Calcular volumen anual caso de diseño

Se usan los mismos parámetros de uso del paso 1 y se repite el paso 2 pero con los caudales de los aparatos sanitarios escogidos para el caso de diseño. En el Anexo 2 de este Protocolo se encuentra un listado de posibles medidas de eficiencia que el equipo del proyecto puede emplear de acuerdo con las prioridades de cada proyecto en particular.

Consideraciones especiales cálculo caso de diseño

- Proyectos que reutilicen el agua tratada como estrategia de ahorro de agua

Cuando se incluyan medidas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias, grises o grasas, los valores de consumo en aparatos de descarga disminuirán de acuerdo con la disponibilidad del tipo de agua que se va a reciclar, lo que afectará directamente el resultado de la ecuación 7 para el caso de diseño.

- Proyectos con variadores de velocidad en los equipos de presión para suministro de agua potable como estrategia de ahorro de agua

Se debe discriminar el consumo de agua de los aparatos de flujo y fluxómetro únicamente, es decir, que deberá multiplicarse por un valor de $(100 - \%$ de ahorro dado por el proveedor del variador de velocidad) para determinar el consumo real. El proveedor determinará el porcentaje de ahorro del equipo dependiendo de las características propias de cada proyecto.

- Para proyectos que se desarrollan solamente en las zonas comunes y que las zonas privadas se entregan para futura adecuación

Se deben incluir las estrategias de eficiencia dentro del reglamento de propiedad horizontal, de manera que los arrendatarios o propietarios también los cumplan en sus

³⁶ Factor de ajuste estimado en el estudio de *Bases técnicas para el protocolo de implementación de la Resolución 549 de 2015*, calculado como la brecha entre la línea base de la NTC 1500 y el paquete primario de las prácticas tradicionales.

espacios. Para las áreas que no sean desarrolladas por el constructor, se debe usar dentro de la modelación energética del caso de diseño los parámetros estipulados en el reglamento de propiedad horizontal.

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para para evaluar el ahorro de agua

Se aplica la ecuación 10.

$$A_a = \frac{VLBA - VACD}{VLBA} \times 100\% \text{ [Eq. 10]}$$

Donde:

A_a: Ahorro de agua del proyecto

VLBA: Volumen anual de la línea base ajustada

VACD: Volumen anual caso de diseño

Luego de obtener el ahorro en el caso propuesto usando la ecuación 10, se debe comparar este valor con el porcentaje de ahorro sugerido para esta tipología, que es de 10 %.

Paso 6. Si no se logra el ahorro sugerido, insistir con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado

En el caso de que el proyecto no logre alcanzar el ahorro sugerido para la tipología, el equipo de trabajo debe buscar alternativas para mejorar el desempeño en el consumo de agua con la implementación de medidas adicionales de eficiencia de agua. Para esto es muy recomendable que los profesionales a cargo analicen la distribución de consumos del líquido con el fin de seleccionar las medidas de mayor impacto y menor costo según el proyecto.

Las medidas seleccionadas para el proyecto deben garantizar que en ningún caso el resultado del método de desempeño sea menor a 10 %.

Nota: el grupo de trabajo puede utilizar el método descrito en esta sección o un método alternativo siempre y cuando demuestre que el ahorro obtenido por el método alternativo es igual o superior al sugerido por este Protocolo.

4.3 Método prescriptivo para el ahorro de energía

La Tabla 69 muestra el listado de medidas requeridas para el cumplimiento del ahorro indicativo para la Vivienda de interés social, estas medidas están tomadas del paquete simulado en este estudio a través del cual se determinó el ahorro sugerido para la tipología.

Tabla 69. Medidas requeridas método prescriptivo para viviendas de interés social

Medida	Ítem	Parámetro
--------	------	-----------

LED para interiores	Luminarias tipo LED	5,45 W/m ²
Ventilación natural	Diseño bioclimático	ASHRAE 62.1 2010
Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos	Iluminancia	Mínimo 105 Lux en el 75 % de espacios regularmente ocupados con iluminación natural
Controles de ocupación en corredores y exteriores	Sensores de presencia o vacancia	si

Fuente: elaboración propia

La descripción de cada medida se encuentra en el Anexo 2 y debe documentarse en el formato de cumplimiento del Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

1. Cálculo que demuestre cumplimiento con lo requerido por ASHRAE 62.1 2016 o norma equivalente.
2. Cálculos de iluminación natural.
3. Planos arquitectónicos.
4. Planos de iluminación y control de iluminación, memorias de cálculo, fichas técnicas y especificaciones
5. Método prescriptivo para el ahorro de agua

4.4 Método prescriptivo para el ahorro de agua

La Tabla 70 muestra las medidas requeridas que deben cumplirse en el método prescriptivo de ahorro de agua para la tipología Vivienda de interés social.

Tabla 70. Medidas de agua requeridas para el método prescriptivo de Viviendas de interés social.

Medida	Ítem	Parámetro
Accesorios eficientes: Ducha	Ducha	6 lpm a 80 PSI
Accesorios eficientes: Sanitario ahorrador	Sanitario	6lpd
Accesorios eficientes: Grifería de lavaplatos	Lavaplatos	8.3lpm a 60 PSI
Accesorios eficientes: Grifo de lavamanos	Lavamanos	8.3lpm a 60 PSI

Fuente: elaboración propia

Los requerimientos indicados son consumos máximos. Dependiendo del proyecto se sugiere instalar aparatos más eficientes. La descripción de cada medida se encuentra en

el Anexo 2 y deberá documentarse en el formato de cumplimiento que se encuentra en el Anexo 3 que también incluye los siguientes documentos de soporte:

- Fichas técnicas de los aparatos sanitarios utilizados en el proyecto en la que se indique el consumo.

Anexo 2

Posibles medidas de eficiencia

Con el fin de tener una guía sobre las diferentes medidas de eficiencia en agua y energía que componen los paquetes prescriptivos y que podrían tomarse a consideración en el momento en que un proyecto decida ahorrar energía y agua por el método de desempeño, a continuación se entrega un listado de medidas de eficiencia en agua y energía que se podrían aplicar a los edificios.

Igualmente, en este listado se especifica si las medidas son pasivas o activas de acuerdo a lo definido por la Resolución 549 de 2015 y con el objetivo de poder diligenciar el Formulación Único Nacional - FUNL de acuerdo con la Resolución 463 de 2017 para las solicitudes de licencias urbanísticas y el reconocimiento de edificaciones.

Es muy importante que cada proyecto realice un análisis detallado para determinar cuáles son aquellas medidas que más cubren las necesidades propias del proyecto, que tengan un impacto alto en el ahorro y asimismo una inversión adicional menor.

1. Posibles medidas de eficiencia energética

Tabla 71. Medidas de eficiencia de energía en iluminación y control de iluminación

Medidas de eficiencia de iluminación y control de iluminación			
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva	
1	Ahorro por uso de tecnologías eficientes de iluminación tipo LED para interiores	<p><i>Aplica para todas las tipologías</i></p> <p>Especificar iluminación de tipo LED, la cual reduce el consumo energético en la iluminación en una edificación, generando un aumento en la eficiencia energética y ganancias térmicas menores que reducen el consumo por enfriamiento. Adicionalmente, este tipo de tecnologías tiene vidas útiles superiores que las incandescentes y los costos de mantenimiento también se ven reducidos por esto. Se debe buscar que las luminarias tengan bajos consumos, pero altas eficiencias con la finalidad de cumplir con las normativas que establecen los niveles de iluminancia adecuados para distintas tipologías de espacios. Para vivienda VIS y VIP se sugiere que el constructor deje instaladas las luminarias eficientes.</p>	Activa
2	Ahorro por uso de tecnologías eficientes de iluminación tipo CFL para interiores	<p><i>Aplica para vivienda VIP y VIS</i></p> <p>Especificar iluminación CFL en proyectos como vivienda VIS y VIP, teniendo en cuenta que es una iluminación eficiente.</p>	Activa



Medidas de eficiencia de iluminación y control de iluminación			
Medida		Descripción	Medida Activa/Pasiva
3	Ahorro por uso de tecnologías eficientes de iluminación en exteriores tipo LED	<i>Aplica para todas las tipologías</i> Especificar luminarias tipo LED para exteriores reduce el consumo energético en el proyecto. Se deben tener en cuenta los criterios de calidad de la iluminación en cuanto a CRI (Índice de reproducción cromática), niveles de iluminación de acuerdo a normativa y temperatura de color.	Activa
4	Ahorro por uso de tecnologías eficientes de iluminación en exteriores tipo fluorescente	<i>Aplica para vivienda VIP y VIS</i> Especificar luminarias tipo Fluorescente para exteriores reduce el consumo energético en el proyecto. Se deben tener en cuenta los criterios de calidad de la iluminación en cuanto a CRI (Índice de reproducción cromática), niveles de iluminación de acuerdo a normativa y temperatura de color.	Activa
5	Controles horarios para la iluminación de corredores y exteriores	<i>Aplica para todas las tipologías</i> Implementar estrategias de control de apagado automático en espacios exteriores como corredores compartidos y públicos con control horario, para evitar que se dejen encendidas estas zonas cuando no sean requeridas.	Activa
6	Controles de ocupación para la iluminación de corredores y exteriores	<i>Aplica para todas las tipologías</i> Implementar estrategias de control de apagado automático con sensores de presencia en espacios exteriores como corredores compartidos y públicos con sensores de presencia, para evitar que se dejen encendidas estas zonas cuando no sean requeridas.	Activa
7	Controles de luz día para la iluminación de corredores y exteriores	<i>Aplica para todas las tipologías</i> Implementar estrategias de control de apagado automático en espacios exteriores como corredores compartidos y públicos con sensores de fotocelda, de tal manera que cuando el nivel de iluminación sea bajo (anochecer) se enciendan las luminarias exteriores y cuando sea suficiente (amanecer) se apaguen de manera automática, para evitar que se dejen encendidas estas zonas cuando no sean requeridas.	Activa
8	Control de ocupación para la iluminación en espacios interiores	<i>Aplica para Oficinas, Colegios, Centros comerciales, Hoteles.</i> Incluir estrategias de control de iluminación en espacios interiores, primordialmente en espacios de múltiples ocupantes reduce el consumo de energía de las edificaciones debido a que la iluminación esté encendida cuando no sea	Activa



Medidas de eficiencia de iluminación y control de iluminación			
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva	
		requerida. Espacios como baños, salas de reuniones puntos fijos y escaleras son espacios adecuados para incluir estrategias de control de apagado automático con sensores de presencia.	
9	Control de iluminación por encendido/apagado automático por sensores de ocupación en parqueaderos de sótanos	<i>Aplica para Estrato 3 y 4, Oficinas, Colegios, Centros comerciales, Hoteles, Hospitales</i> La iluminación de parqueaderos es uno de los consumos de iluminación más significativos en los proyectos debido a las áreas que comprenden estos espacios y en la misma medida, son los más susceptibles a ineficiencias energéticas debido a uso de iluminación cuando no es requerido. Por tal motivo, incluir estrategias de control de encendido/apagado automático por sensores de ocupación es una medida que produce ahorros en el consumo energético.	Activa
11	Control de iluminación por atenuación en parqueaderos de sótanos	<i>Aplica para estratos 3 y 4, Oficinas, Centros comerciales, Hoteles, Hospitales</i> Adicionalmente, se pueden contemplar estrategias de atenuación en sótanos, lo que no afecta los niveles de iluminancia exigidos y representa ahorros en horarios sin ocupación.	Activa
12	Control de iluminación por incidencia de luz natural	<i>Aplica para estratos 3 y 4, Oficinas, Centros comerciales, Hoteles, Hospitales</i> Para proyectos donde haya grandes espacios con acceso de luz natural ya sea de manera lateral o desde la parte superior, se recomienda incluir sensores de luz natural que gradúen la intensidad de iluminación artificial compensándolo con luz natural. Esto garantiza ahorros significativos en consumo energético ya que optimiza el uso de este recurso.	Activa
13	Tonalidad de colores al interior (muros) pintura	<i>Aplica para todas las tipologías</i> Se recomienda que los acabados interiores de los proyectos contemplen superficies de reflectancias altas, como pinturas claras, cielos claros y pisos no tan oscuros, con la finalidad de que haya un aprovechamiento mayor de la luz natural y artificial por efectos de reflexión interna de la luz, aumentando los niveles de iluminación.	Pasiva

Fuente: elaboración propia

Tabla 72. Medidas de eficiencia de energía en el sistema eléctrico

Medidas de eficiencia eléctricas			
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva	
14	Energía solar fotovoltaica	<p><i>Aplica para todas las tipologías</i></p> <p>Este tipo de estrategia busca minimizar la cantidad de energía requerida de la red y minimizar el impacto negativo ambiental por la generación de energía a partir de combustibles fósiles o métodos que emiten CO₂. La energía solar fotovoltaica transforma la radiación solar en energía eléctrica mediante materiales fotoeléctricos. Para esta medida se recomiendan paneles solares poli cristalinos de silicio amorfo ya que son los más económicos en el mercado y además son los materiales que actualmente tienen mayores eficiencias. Existen dos sistemas de energía solar fotovoltaica, el primero corresponde a un sistema <i>grid-on</i> el cual cuenta como respaldo a la red eléctrica local, y un segundo sistema que es <i>grid-off</i> el cual no está conectado a la red local sino que debe disponer de un banco de baterías para almacenamiento de energía. Estos sistemas con baterías pueden ser contemplados para ser el respaldo eléctrico de los proyectos en ausencia de red.</p>	Activa
15	Medición Inteligente	<p><i>Aplica para todas las tipologías</i></p> <p>Esta estrategia posibilita conocer exactamente cuánta energía se está utilizando en una edificación, proyecto o vivienda para así optimizar el consumo energético o identificar comportamientos de consumo en distintos usos finales de energía. Una estrategia enmarcada en esta medida es, por ejemplo, tener medidores inteligentes para usos de energía separados como iluminación, equipos de fuerza, cargas de proceso, cargas de tomas. Otra estrategia para vivienda puede ser la de tener medidores inteligentes que suministren los datos de exactos en tiempo real, de manera remota o local para conocer el consumo exacto y así distribuir los consumos de manera más efectiva. Dentro de estos medidores inteligentes para hogar se encuentran también los medidores prepago, que de acuerdo a la recarga que se haga se tendrá disponibilidad energética para consumo.</p>	Activa
16	Eficiencias de Ascensores y escaleras mecánicas	<p><i>Aplica para todas las tipologías</i></p> <p>Seleccionar motores eficientes en mecanismos de escaleras mecánicas y en ascensores genera una reducción en el consumo energético de los proyectos.</p>	Activa



Medidas de eficiencia eléctricas		
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva
17	Corrección de factor de potencia El factor de potencia se define como la relación de la potencia real que fluye al sistema con la potencia aparente en el circuito. Entre más alto el factor de potencia, mayor será la eficiencia energética del sistema. Se pueden instalar bancos de condensadores dentro del sistema eléctrico del edificio para mejorar su eficiencia energética.	Activa
18	Puntos de carga de carros eléctricos Esta estrategia incentiva el uso de vehículos eléctricos sobre vehículos basados en combustibles fósiles, lo que a su vez implica una reducción en emisiones de gases contaminantes, partiendo de que el sector transporte consume el 60 % de la energía a nivel nacional poder ir cambiando la fuente energética fósil a energía eléctrica significará una mejora sustancial.	Activa
19	Puntos de carga de bicicletas y motos eléctricas Esta estrategia incentiva el uso de bicicletas y motos eléctricas dejando puntos de carga para estos en las edificaciones residenciales, centros comerciales, oficinas, hospitales y colegios, minimizando el uso de combustibles fósiles como fuente energética principal del transporte.	Activa
20	Biodigestores para generación de gas Esta medida implica tener un contenedor cerrado, hermético e impermeable dentro del cual se pueden depositar residuos y materia orgánica, para que mediante la fermentación anaerobia y por acción de microorganismos se degraden estos residuos y se obtenga gas que pueda ser usado como fuente energética.	Activa
21	Medidores Bidireccionales Los medidores bidireccionales se pueden tener en cuenta en sistemas de autogeneración donde los excedentes de energía pueden ser inyectados a la red. En una dirección se mide la energía consumida de la red y en otra dirección la energía que se inyecta a la red.	Activa
22	Control de cargas vampiro Hace referencia a un control de apagado para las cargas que quedan en <i>standby</i> y no son críticas. Una manera de lograrlo es por ejemplo mediante un temporizador en los tableros de tomas que desconecte equipos como cargadores y equipos en modo <i>standby</i>	Activa

Medidas de eficiencia eléctricas		
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva
	en horas sin ocupación. Esto puede reducir el 7 % del consumo de tomas normal de un proyecto. Aplica para tipologías como Hoteles, Oficinas, Centros comerciales, y Vivienda en cargas que no correspondan a electrodomésticos de 24h de uso.	
23	Ahorro energético en electrodomésticos <i>Aplica para todas las tipologías</i> Hace referencia a usar electrodomésticos que cuenten con sellos de eficiencia energética nacional o internacional, por ejemplo, el etiquetado energético en Colombia aplica para refrigeradores, lavadoras, balastos eléctricos y electrónicos, motores monofásicos y trifásicos, calentadores de agua y gasodomésticos de cocción. Existen otras etiquetas de eficiencia energética internacionales como Energy Star, la cual aplica para computadores, data centers, servidores, equipos de procesamiento de imágenes, monitores, UPS, VoIP.	Activa
25	Variadores de velocidad en equipos de presión de agua potable <i>Aplica para todas las tipologías</i> Debido a la variabilidad en los caudales de demanda, es necesario regular el flujo a diferentes cargas por lo que el uso de controles de frecuencia o variadores de velocidad permiten el ahorro de energía y agua. Además, se reduce la cavitación del impulsor en el arranque y se reduce considerablemente el golpe de ariete, prolongando la vida útil de los sistemas.	Activa

Fuente. Elaboración propia

Tabla73. Medidas de eficiencia en el sistema de agua caliente

Medidas de eficiencia agua caliente		
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva
26	Eficiencia en duchas eléctricas <i>Aplica para todas las tipologías</i> En caso de que se usen duchas eléctricas en los proyectos, se recomienda que sean de baja potencia y sean bifásicas para minimizar el consumo.	Activa
27	Eficiencia en Calentadores a gas <i>Aplica para todas las tipologías</i> Los calentadores a gas son fuente de consumo de energía que es recomendable que sea consumida de manera racional y eficiente. Los equipos de calentamiento de agua deben cumplir con las eficiencias pedidas en el ASHRAE 90,1 2016.	Activa
28	Sistemas de calentamiento de agua - centrales <i>Aplica para vivienda estrato 3 y 4, 5 y 6, hoteles, hospitales</i>	Activa

Medidas de eficiencia agua caliente		
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva
	Los sistemas de calentamiento de agua centrales contribuyen a la eficiencia energética en el consumo de gas para calentamiento de agua.	
29	<p>Colectores solares para calentamiento de agua</p> <p><i>Aplica para todas las tipologías</i></p> <p>Esta medida reduce el consumo de energía eléctrica o gas debido al calentamiento de agua, usando materiales de alta conductividad térmica, aprovechando la radiación solar para almacenamiento y suministro de agua caliente.</p>	Activa

Fuente: elaboración propia

Tabla 74. Medidas de eficiencia en la envolvente

Medidas de eficiencia de envolvente		
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva
30	<p>Relación ventana/pared</p> <p><i>Aplica para todas las tipologías</i></p> <p>La proporción de ventana-pared influye en el comportamiento térmico debido a las pérdidas o ganancias térmicas que implica la envolvente de los edificios. Se recomienda no exceder la proporción de 40 % vidrio en las fachadas.</p>	Pasiva
31	<p>Sombreado horizontal</p> <p><i>Aplica para todas las tipologías</i></p> <p>Los elementos de sombreado contribuyen a disminuir las ganancias de radiación solar. Las fachadas que estén expuestas a radiación deben contar con cortasoles horizontales que brinden una protección solar adecuada a los espacios evitando sobrecalentamiento y deslumbramiento. No deben exceder los 70° en HSA (Angulo de sombra horizontal).</p>	Pasiva
32	<p>Sombreado vertical</p> <p><i>Aplica para todas las tipologías</i></p> <p>Los elementos de sombreado contribuyen a disminuir las ganancias de radiación solar. Las fachadas que estén expuestas a radiación deben contar con cortasoles verticales que brinden una protección solar adecuada a los espacios, evitando sobrecalentamiento y deslumbramiento. No deben exceder los 70° en VSA (ángulo de sombra vertical).</p>	Pasiva
33	<p>Valor U del vidrio</p> <p><i>Aplica para todas las tipologías</i></p> <p>Para proyectos con calefacción se recomiendan vidrios con valores de U bajos para impedir pérdidas energéticas. Para proyectos con ganancias energéticas internas altas y alto consumo de aire acondicionado, se recomiendan vidrios con valores U</p>	Pasiva



Medidas de eficiencia de envolvente		
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva
	altos para contribuir con el abatimiento de cargas térmicas.	
34	Valor SHGC del vidrio <i>Aplica para todas las tipologías</i> El coeficiente de ganancia de calor solar indica la porción de calor por radiación que es transmitido a través de un vidrio. De acuerdo con las necesidades térmicas de un proyecto, su orientación y exposición solar se deben elegir estos coeficientes. Así para proyectos con alta exposición solar se recomiendan coeficientes bajos y para proyecto con baja exposición solar se recomiendan coeficientes altos. Asimismo, dependerá de las necesidades de calefacción o enfriamiento la determinación de este coeficiente en los proyectos.	Pasiva
35	Valor U de muro exterior <i>Aplica para todas las tipologías</i> El aislamiento de los muros exteriores influye en el comportamiento térmico del edificio al interior ya que al tener menos o más aislamiento, el edificio al interior se comportará de una manera más similar o menos similar a la exterior. Se recomiendan aislamientos en muros con el fin de evitar pérdidas energéticas y tener comportamientos térmicos más estables.	Pasiva
36	Valor U de muro interior <i>Aplica para todas las tipologías</i> Se recomiendan aislamientos en muros con el fin de evitar pérdidas energéticas. Se debe prestar especial atención en los muros que dividen zonas térmicas con comportamientos diferentes pues un mal aislamiento puede contribuir a exceso de consumo en sistemas de calefacción o aire acondicionado de un espacio.	Pasiva
37	Valor U cubierta <i>Aplica para todas las tipologías</i> Se recomiendan cubiertas en materiales con valores altos de resistencia térmica con el fin de evitar pérdidas energéticas y contribuir a la estabilidad térmica del edificio.	Pasiva
38	Reflectividad de cubierta <i>Aplica para todas las tipologías</i> Las cubiertas reflectivas impiden la acumulación de ganancias solares dentro de los edificios. Se recomienda usar cubiertas con un valor de SRI mayor a 80.	Pasiva
39	Estanqueidad del aire <i>Aplica para todas las tipologías</i> Las infiltraciones de aire son fuente de ineficiencia en los edificios. Se recomienda usar sellos en ventanas,	Pasiva



Medidas de eficiencia de envolvente		
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva
	juntas y puertas, así como barreras de aire en la envolvente del edificio.	
40	<p>Ventilación natural</p> <p><i>Aplica para todas las tipologías</i></p> <p>La ventilación natural ahorra energía gastada en equipos de ventilación o aire acondicionado. La ventilación natural se recomienda para edificios de vivienda, zonas comunes de oficinas y hoteles y zonas de servicio de hospitales.</p> <p>Esta medida puede ser implementada con el uso de aperturas en las fachadas bien sea rejillas o ventana que permitan el ingreso de aire y su renovación al interior de los espacios. Demostrar que la ventilación natural es una estrategia efectiva para la ventilación de un espacio es posible a través de simulaciones (multizona o CFD), cálculos de normas como el CIBSE AM 10 u otras normas equivalentes o usando métodos prescriptivos como en el caso del ASHRAE 62.1 2010.</p> <p>El método prescriptivo del ASHRAE 62.1 2010 consiste en cumplir con lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">• Si se desea ventilar el espacio con una apertura sencilla lateral; el área a ser ventilada no puede estar a mas de 2H de la apertura• Si se va a ventilar el espacio mediante una doble apertura lateral: el área a ser ventilada no puede estar a mas de 5H de la apertura• Si el espacio se va a ventilar a través de una apertura esquinera el área a ser ventilada no puede estar a mas de 5H de la apertura a lo largo de la línea de profundidad. <p>Donde H es la Altura al techo.</p> <p>Adicionalmente, como regla general, la altura del techo equivale a la altura mínima del espacio, si la altura del techo aumenta proporcionalmente entonces se deberá usar una altura promedio.</p> <p>Es recomendable que esta medida sea complementada con el uso de sensores de CO2 de manera que los sistemas de ventilación natural se operen de forma adecuada y de acuerdo a las necesidades de ventilación de los espacios. El uso de sensores de CO2 brinda herramientas de decisión y operación a los usuarios de espacios ventilados naturalmente pues entregan un parámetro de calidad</p>	Pasiva

Medidas de eficiencia de envolvente		
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva
	de aire interior a partir del cual las personas pueden manipular las aperturas de ventilación natural de las que disponen.	
41	Iluminación natural a través de solatubes u otros dispositivos de ingreso de luz natural <i>Aplica para todas las tipologías</i> Usar estrategias de luz día permite ahorrar energía en el consumo de iluminación artificial. Se recomienda el uso de solatubes.	Pasiva
42	Iluminación natural a través de fachadas con vidrio translucido <i>Aplica para todas las tipologías</i> La iluminación natural contribuye al ahorro en el consumo de energía por iluminación artificial, asimismo contribuye al bienestar de las personas. Se recomienda el uso de vidrios con valores de VLT (transmisión de luz visible) superiores a 0,5 Dentro de las estrategias que posibilitan esta medida están: a. Para maximizar la incidencia de luz natural, es importante que se contemplen ventanales y claraboyas para garantizar luz natural lateral y superior en los espacios. b. Es recomendable aprovechar la luz natural mediante la difusión y reflexión de rayos solares hacia los interiores, mediante colores de acabados claros o reflectivos c. Se recomienda tener conocimiento de la disponibilidad de luz exterior, existen bases de datos públicas que hacen mención a la radiación y disponibilidad del recurso local. d. Se sugiere que los ventanales sean ubicados en la parte alta de los muros ya que producen más iluminancia que unos ventanales más bajos. e. Se recomienda que las áreas de las claraboyas estén entre el 3 % y 6 % de las áreas de techo o cubierta.	Pasiva
43	Techos verdes <i>Aplica para todas las tipologías</i> El uso de cubiertas verdes contribuye a la mejor gestión del agua lluvia del proyecto, a la restauración del hábitat de especies del ecosistema del mismo y adicionalmente contribuye a aumentar la resistencia térmica de las cubiertas, lo cual es una medida de	Pasiva

Medidas de eficiencia de envolvente		
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva
	ahorro energético pues evita las pérdidas internas o las ganancias externas a nivel térmico.	
44	Relación vidrio - cubierta La proporción de vidrio/cubierta influye en el comportamiento térmico debido a las pérdidas o ganancias térmicas que ocurren a través de la envolvente de los edificios. Se recomienda no exceder una proporción de 5 % vidrio en las cubiertas.	Pasiva

Fuente: elaboración propia

Tabla 75. Medidas de eficiencia en el sistema de HVAC

Medidas de eficiencia de HVAC		
Medidas de eficiencia de HVAC	Descripción	Medida Activa/Pasiva
45	Economizadores de aire Los economizadores de aire son una medida que aprovecha las condiciones climáticas del exterior para disminuir el consumo del sistema de enfriamiento de un edificio. Esta medida es recomendada para los proyectos que tienen una alta demanda de enfriamiento debido a su uso, ocupación, horarios, entre otros factores.	Activa
46	COP Tener equipos que consuman energía de manera eficiente contribuye igualmente a la eficiencia general del sistema y por tanto del edificio. Se recomienda alcanzar o exceder el requerimiento de ASHRAE 90.1 2016 en cuanto a coeficientes de desempeño de equipos de aire acondicionado.	Activa
47	VSD torres de enfriamiento Los sistemas que usan velocidad variable y que operan dependiendo de las necesidades del mismo, usan menos energía que los sistemas convencionales pues gastan la cantidad de energía necesaria para la operación y no la máxima en todo momento. Se recomienda que todos los ventiladores de las torres de enfriamiento usen variadores de velocidad.	Activa



Medidas de eficiencia de HVAC			
Medidas de eficiencia de HVAC	Descripción	Medida Activa/Pasiva	
48	Sensores de CO en parqueaderos	<i>Aplica para Viviendas de estratos 3 y 4, 5 y 6, Oficinas, Centros comerciales, Hoteles, Hospitales</i> El uso de sensores de CO en parqueaderos hace que la extracción de aire de los mismos se use solo cuando sea requerida y por tanto se racionalice el consumo de la energía. Todos los sistemas de extracción de parqueaderos deben usar sensores de CO	Activa
49	VSD bombas	<i>Aplica para Oficinas, Centros comerciales, Hoteles, Hospitales</i> Los sistemas que usan velocidad variable y que operan dependiendo de las necesidades del mismo, usan menos energía que los sistemas convencionales pues gastan la cantidad de energía necesaria para la operación y no la máxima en todo momento. Todas las bombas usadas en el sistema de HVAC deben usar variadores de velocidad.	Activa
50	Colectores solares para calefacción	<i>Aplica para todas las tipologías</i> Los colectores solares pueden ser usados para agua caliente doméstica, también pueden ser utilizados para calefacción de espacios. Se recomienda para proyectos con altas demandas de calefacción el uso de colectores solares para al menos el 25 % de la carga térmica de calefacción del proyecto.	Activa
51	Ventilación por demanda	<i>Aplica para Oficinas, Centros comerciales, Hoteles, Hospitales, Colegios</i> Para sistemas de ventilación se recomienda que al menos el 50 % de las áreas densamente ocupadas (25 personas por cada 100 m ²) usen ventilación por demanda. Para esto se deben usar sensores de CO ₂ y sistemas automatizados para variar el requerimiento de aire según la necesidad. Lo anterior contribuye a que los sistemas de ventilación sean usados solo cuando sean requeridos y en la proporción requerida.	Activa
52	Distrito Térmico	<i>Aplica para todas las tipologías</i> Los distritos térmicos contribuyen a la eficiencia en la distribución y producción aire acondicionado o calefacción para edificios. Se recomienda el uso de distritos térmicos para proyectos con altas demandas de acondicionamiento de aire o calefacción.	Activa

Fuente: elaboración propia

2. Posibles medidas de eficiencia en el consumo del agua

Tabla 76. Medidas de eficiencia en agua

Medidas de eficiencia en Agua			
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva	
53	Accesorios eficientes: Sanitario privado ahorrador	<i>Residencial, Hospital (solo habitaciones), Hotel (solo habitaciones).</i> Instalar sanitarios de uso privado de tanque con un caudal máximo de 3,8 lpd.	Activa
54	Accesorios eficientes: Sanitario fluxómetro ahorrador	<i>Oficina, Centro comercial, Hospital (excepto habitaciones), Educativo, Hotel (excepto habitaciones)</i> Instalar sanitarios de uso público con fluxómetro con un caudal máximo de 4,8 lpd	Activa
55	Accesorios eficientes: Sanitario doble descarga	<i>Aplica para: Todas las tipologías.</i> Instalar sanitario de doble descarga (máximo de 6/4,8 lpd), ya sea de tanque o de fluxómetro. A efectos de los cálculos se usa el caudal ponderado del sanitario (para 6/4,8 lpd es 5,2 lpd calculando un total de 3 usos con 2 líquidos y 1 sólido). Se recomienda aplicar esta medida únicamente en los casos en los que no es posible instalar el sanitario privado ahorrador o el sanitario fluxómetro ahorrador.	Activa
56	Accesorios eficientes: Orinal	<i>Aplica para: Oficinas, Hotel (excepto habitaciones), Hospital (excepto habitaciones), Educativo, Centros comerciales.</i> Instalar orinales de uso público con un caudal máximo de 1 lpd	Activa
57	Accesorios ultraeficientes: Orinal	<i>Aplica para: Oficinas, Hotel (excepto habitaciones), Hospital (excepto habitaciones), Educativo, Centros comerciales.</i> Instalar orinales de uso público con un caudal máximo de 0,5 lpd	Activa
58	Accesorios eficientes: Ducha	<i>Aplica para: Residencial, Hotel, Hospital.</i> Instalar duchas con un consumo máximo de 6 lpm a una presión de 60 PSI.	Activa
59	Accesorios eficientes: Grifo lavamanos	<i>Aplica para: Todas las tipologías.</i> Instalar lavamanos con un consumo máximo de 6 lpm a una presión de 60 PSI.	Activa
60	Accesorios ultraeficientes: Grifo lavamanos	<i>Aplica para: Todas las tipologías.</i> Instalar lavamanos con un consumo máximo de 2 lpm a una presión de 60 PSI.	Activa



Medidas de eficiencia en Agua		
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva
61	Accesorios eficientes: Grifo lavaplatos <i>Aplica para: Todas las tipologías.</i> Instalar grifo de lavaplatos con un consumo máximo de 2 lpm a una presión de 60 PSI.	Activa
62	Accesorios eficientes: Grifo pre-rinse o lavado a presión para lavaplatos <i>Aplica para: Cocinas de Centros comerciales, Hotel y Hospital.</i> Instalar grifo de lavaplatos de pre-rinse con un consumo máximo de 6 lpm a una presión de 60 PSI.	Activa
63	Recolección y reúso de agua lluvia <i>Aplica para: todas las tipologías</i> Los proyectos que cuenten con área de captación, preferiblemente en cubierta, pueden contemplar la recolección de agua lluvia para un tratamiento que puede ser de filtración y desinfección para su reúso en sanitarios, orinales, riego y aseo. Para determinar el volumen de recolección se recomienda hacer un balance hídrico con la disponibilidad de agua lluvia (precipitación x área de captación), la capacidad de almacenamiento (volumen del tanque) y la demanda de agua (sanitarios, orinales, riego etc.), y encontrar un punto de equilibrio entre entradas y salidas. De acuerdo al balance hídrico se puede recolectar agua de un porcentaje de la cubierta para un volumen determinado de tanque.	Activa
64	Tratamiento y reúso de aguas grises <i>Aplica para: Residencial y hotel.</i> Se recomienda la separación de los desagües de aguas grises o jabonosas de los demás efluentes de agua. Estas aguas pueden ser tratadas para usos no potables. Se recomienda hacer un balance hídrico para determinar el volumen de aguas grises a separar, tratar y reusar, para así contar con un sistema optimizado. De acuerdo al balance hídrico se puede reusar agua de un porcentaje de las aguas grises o de ciertos tipos de desagües (lavamanos, duchas, lavadoras).	Activa
65	Tratamiento y reúso de aguas grasas <i>Aplica para: cocinas de Centros comerciales.</i> Se recomienda el tratamiento y reúso de aguas grasas provenientes de las cocinas. Estas aguas pueden ser tratadas para usos no potables como descarga de aparatos, riego y aseo. Dado que los proyectos con zonas de cocción (no residencial) deben contar con un tratamiento previo al vertido, se recomienda completar este tratamiento de acuerdo a la calidad del agua para su reúso en requerimientos no potables tales como descarga de sanitarios y orinales, y riego.	Activa



Medidas de eficiencia en Agua		
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva
66	Submedición de agua	Activa
67	Válvulas de corte	Pasiva
68	SUDS: Drenes filtrantes	Pasiva
69	SUDS: Cunetas verdes	Pasiva
70	SUDS: Bio-retención	Pasiva



Medidas de eficiencia en Agua			
Medida	Descripción	Medida Activa/Pasiva	
71	SUDS: Superficies permeables	<i>Aplica para todas las tipologías.</i> Si el proyecto cuenta con áreas duras, se recomienda que éstas permitan la permeabilidad en el suelo natural como el uso de adoquín ecológico, gramoquín o pavimentos porosos. Para esto se debe tener en cuenta un tipo de suelo que permita la infiltración natural al terreno.	Pasiva
72	SUDS: Cubiertas verdes	<i>Aplica para todas las tipologías.</i> Una buena opción para proyectos que no tengan áreas libres en plataforma, pero con zonas libres en cubierta, es contar con cubiertas verdes. Éstas son áreas con vegetación en la cubierta la cuál ayuda a retener el agua en el sustrato mientras las plantas llevan a cabo el proceso de evapotranspiración.	Pasiva
73	Variadores de velocidad en equipos de presión de agua potable	<i>Aplica para todas las tipologías</i> Debido a la variabilidad en los caudales de demanda, es necesario regular el flujo a diferentes cargas por lo que el uso de controles de frecuencia o variadores de velocidad permiten el ahorro de energía y agua. Al ajustar la velocidad mediante un variador de frecuencia, se puede adaptar la velocidad a la demanda. Esto garantiza una presión de servicio adaptada a la demanda de caudal de agua, reduciendo presiones altas en los puntos de suministro cercanos a los equipos de presión y generando ahorros de agua con respecto a un equipo de presión variable.	Activa

Fuente: elaboración propia

Anexo 3. Formatos

Los archivos adjuntos a este anexo se listan en la Tabla 65. Los desarrolladores, diseñadores y constructores deben diligenciar los formatos FMDE, FMDA, FMPE y FMPA, de acuerdo con el método que escojan para el cumplimiento de los ahorros.

Estos formatos se podrán descargar gratuitamente en la página web de la Secretaría Distrital de Planeación www.sdp.gov.co en formatos Excel y PDF.

Tabla 77. Relación de archivos adjuntos del Anexo 3

Nombre de Archivo	Descripción
1. FMDE	Libro de Excel con formato de método de desempeño de energía para entregar un proyecto.
2. FMDA	Libro de Excel con formato de método de desempeño de agua para entregar un proyecto.
3. FMPE	Libro de Excel con formato de método prescriptivo de energía para entregar un proyecto. Cada hoja corresponde a una tipología.
4. FMPA	Libro de Excel con formato de método prescriptivo de agua para entregar un proyecto. Cada hoja corresponde a una tipología.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

1. FMDE Formato Método de desempeño de energía para entregar un proyecto

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO DE DESEMPEÑO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549													
Sección 1. Información de solicitante													
Fecha de radicación	<input type="text" value="DD"/> <input type="text" value="MM"/> <input type="text" value="AA"/>												
Digite un correo válido	<input type="text"/>												
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>												
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica												
Tipo de identificación	<input type="text"/>												
Número de identificación	<input type="text"/>												
Matrícula profesional #	<input type="text"/>												
Dirección	<input type="text"/>												
Teléfono celular	<input type="text"/>												
e-mail	<input type="text"/>												
Empresa	<input type="text"/>												
Cargo	<input type="text"/>												
Descripción de la empresa	<input type="text"/>												
Sección 2. Generalidades del proyecto													
Nombre del proyecto	<input type="text"/>												
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	<input type="text"/>												
Área del proyecto m2 (con sótanos)	<input type="text"/>												
NIT del proyecto	<input type="text"/>												
Tipología del proyecto	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vivienda VIP</td> <td><input type="checkbox"/> Oficinas</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vivienda VIS</td> <td><input type="checkbox"/> Centro Comercial</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4</td> <td><input type="checkbox"/> Hotel</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6</td> <td><input type="checkbox"/> Colegios</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Hospital</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Edu Superior</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP	<input type="checkbox"/> Oficinas	<input type="checkbox"/> Vivienda VIS	<input type="checkbox"/> Centro Comercial	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/> Hotel	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/> Colegios		<input type="checkbox"/> Hospital		<input type="checkbox"/> Edu Superior
<input type="checkbox"/> Vivienda VIP	<input type="checkbox"/> Oficinas												
<input type="checkbox"/> Vivienda VIS	<input type="checkbox"/> Centro Comercial												
<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/> Hotel												
<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/> Colegios												
	<input type="checkbox"/> Hospital												
	<input type="checkbox"/> Edu Superior												
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3												
Descripción del proyecto	<input type="text"/>												
Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Energía													
Porcentaje % de ahorro (a)	<input type="text"/>												
Factor de ajuste de ahorro (mencionado en el protocolo para cada tipología) (b)	<input type="text"/>												
Porcentaje % de ahorro ajustado (a x b)	<input type="text"/>												
Ahorro requerido por resolución 0549 (depende de la tipología)	<input type="text"/>												
Sección 4. Documentos de soporte													
<i>Formato de información de modelación energética y documentos anexos que demuestren el porcentaje de ahorro tales como planos, especificaciones técnicas, etc.</i>													
Nombre de Documento	Descripción Documento												
Formato de información de modelación energética (Anexo A)													



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Anexo A									
Formato de información de modelación energética									
Información general	Nombre proyecto								
	Dueño del proyecto								
	Modelador energético (empresa)								
	Programa de simulación								
	Archivo climático								
	Área total de la edificación [m ²]								
Envolvente	Línea Base (Apendice G - ASHRAE 90.1 2016)			Diseño					
	Superficies opacas	Descripción	Trasmittancia [W/m ² K]	Absortancia [%]	Descripción	Trasmittancia [W/m ² K]	Absortancia [%]		
	Muro(s) exterior(es)								
	Cubierta(s)								
	Muros bajo tierra	Descripción	Factor C		Descripción	Factor C			
	Placa contacto a tierra	Descripción	Factor F		Descripción	Factor F			
	Superficies acristaladas	Descripción	Trasmittancia [W/m ² K]	SHGC	Transmisión de luz visible [%]	Descripción	Trasmittancia [W/m ² K]	SHGC	Transmisión de luz visible [%]
	Cristales (verticales)								
	Tragaluz								
	Relación ventana a pared (WWR) [%]								
Relación tragaluz a cubierta [%]									
Cargas internas	Tipo de espacio	Ocupación [pers/m ²]	Iluminación [W/m ²]	Carga de equipos [W/m ²]	Controles		Horas de funcionamiento a la semana		
	Otros equipos	Potencia [W]			Horas funcionamiento a la semana				
	Elevador								
	Duplicador								
	Ventilador sotano								
	Otros								
Agua Caliente	Línea Base (Apendice G - ASHRAE 90.1 2016)				Diseño				
	Descripción sistema								
	Cantidad agua caliente año [m ³ /año]								
	Temperatura suministro [°C]								
	Flujo máximo [m ³ /s]								
	Capacidad [W]								
	Eficiencia [%]								
	Volumen tanque [m ³]								
	Cantidad bombas								
	Potencia bombas [m ³]								
Climatización	¿Cuentan los modelos con la misma cantidad de aire exterior?				Si				
	Rango de confort				Diseño				
	Línea Base (ASHRAE 90.1 2016)				Diseño				
	Tipo de sistema								
	Desempeño de enfriamiento [COP]								
	Desempeño de calefacción [COP o %]								
	Capacidad de enfriamiento [W]								
	Capacidad de calefacción [W]								
	Desempeño ventilador [%]								
	Flujo ventilador [m ³ /s]								
Tipo de ventilador (flujo constante o variable)									
Operación ventilador (Continuo o intermitente)									
Área acondicionada total [m ²]									
Área acondicionada naturalmente [m ²]									
Resultados de desempeño	Tarifa electricidad [COP/kWh]								
	Tarifa gas natural [COP/kWh]								
	Factor de corrección consumo energético según tipología								
	Resultados modelos				Diseño				
	Horas fuera de rango del rango de confort								
		Fuente energía	Consumo			Fuente energía	Consumo		
	Iluminación [kWh]	Elect				Elect			
	Equipos [kWh]	Gas				Gas			
	Enfriamiento [kWh]	Gas				Gas			
	Calefacción [kWh]	Gas				Gas			
Ventilación [kWh]	Elect				Elect				
Agua caliente [kWh]	Elect				Elect				
Otros [kWh]	Elect				Elect				
Generación energía [kWh]	Elect				Elect				
Consumo total [kWh]	0			0					
Consumo total corregido [kWh]	0			0					
Costo total [COP]	0			0					
Ahorro en costo respecto a línea base corregida [%]				0%					



2. FMDA Formato de método de desempeño de agua para entregar un proyecto

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO DE DESEMPEÑO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549															
Sección 1. Información de solicitante															
Fecha de radicación	<input type="text" value="DD"/> <input type="text" value="MM"/> <input type="text" value="AA"/>														
Digite un correo válido	<input type="text"/>														
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>														
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica														
Tipo de identificación	<input type="text"/>														
Número de identificación	<input type="text"/>														
Matrícula profesional #	<input type="text"/>														
Dirección	<input type="text"/>														
Telefono celular	<input type="text"/>														
e-mail	<input type="text"/>														
Empresa	<input type="text"/>														
Cargo	<input type="text"/>														
Descripción de la empresa	<input type="text"/>														
Sección 2. Generalidades del proyecto															
Nombre del proyecto	<input type="text"/>														
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	<input type="text"/>														
Área del proyecto m2 (con sótanos)	<input type="text"/>														
NIT del proyecto	<input type="text"/>														
Tipología del proyecto	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Vivienda VIP</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Oficinas</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Vivienda VIS</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Centro Comercial</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Hotel</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Colegios</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Uso mixto</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Hospital</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Área tipología 1</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Edu superior</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Área tipología 2</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Área tipología 3</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP	<input type="checkbox"/> Oficinas	<input type="checkbox"/> Vivienda VIS	<input type="checkbox"/> Centro Comercial	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/> Hotel	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/> Colegios	<input type="checkbox"/> Uso mixto	<input type="checkbox"/> Hospital	<input type="checkbox"/> Área tipología 1	<input type="checkbox"/> Edu superior	<input type="checkbox"/> Área tipología 2	<input type="checkbox"/> Área tipología 3
<input type="checkbox"/> Vivienda VIP	<input type="checkbox"/> Oficinas														
<input type="checkbox"/> Vivienda VIS	<input type="checkbox"/> Centro Comercial														
<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/> Hotel														
<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/> Colegios														
<input type="checkbox"/> Uso mixto	<input type="checkbox"/> Hospital														
<input type="checkbox"/> Área tipología 1	<input type="checkbox"/> Edu superior														
<input type="checkbox"/> Área tipología 2	<input type="checkbox"/> Área tipología 3														
Descripción del proyecto	<input type="text"/>														
Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Agua															
Porcentaje % de ahorro (a)	<input type="text"/>														
Factor de ajuste de ahorro (mencionado en el protocolo para cada tipología) (b)	<input type="text"/>														
Porcentaje % de ahorro ajustado (a x b)	<input type="text"/>														
Ahorro requerido por resolución 0549 (depende de la tipología)	<input type="text"/>														
Sección 4. Documentos de soporte															
<i>Memorias de cálculo de ahorro de acuerdo a la metodología del protocolo y documentos anexos que demuestren el porcentaje de ahorro tales como planos, especificaciones técnicas, etc.</i>															
Nombre de Documento	Descripción Documento														
<input type="text"/>	<input type="text"/>														
<input type="text"/>	<input type="text"/>														
<input type="text"/>	<input type="text"/>														
<input type="text"/>	<input type="text"/>														
<input type="text"/>	<input type="text"/>														
<input type="text"/>	<input type="text"/>														
<input type="text"/>	<input type="text"/>														
<input type="text"/>	<input type="text"/>														
<input type="text"/>	<input type="text"/>														



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

3. FMPE Formato de método prescriptivo de energía para entregar un proyecto.

Oficinas

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	<input type="text"/> DD <input type="text"/> MM <input type="text"/> AA
Digite un correo válido	<input type="text"/>
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>
Número de identificación	<input type="text"/>
Matrícula profesional #	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Teléfono celular	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Empresa	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Descripción de la empresa	<input type="text"/>
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>
Área del proyecto (sin sótanos)	<input type="text"/>
Área del proyecto (con sótanos)	<input type="text"/>
NIT del proyecto	<input type="text"/>
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP <input checked="" type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Vivienda VIS <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input type="checkbox"/> Colegios <input type="checkbox"/> Hospital
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>
Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Energía	
I. Medida de eficiencia: Ventilación Natural	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir memorias de cálculo y diseño bioclimático del proyecto donde se demuestre el cumplimiento de la medida
Nombre de archivo	<input type="text"/>
II. Medida de eficiencia: Iluminación LED en interiores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de iluminación con especificaciones de luminarias usadas en el proyecto y memorias de cálculo de densidades de potencia instaladas.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

III. Medida de eficiencia: Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos arquitectónicos y simulaciones de iluminación natural en el proyecto que demuestren el cumplimiento de la medida.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
IV. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en corredores y exteriores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
V. Medida de eficiencia: Relación Ventana Pared	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos arquitectónicos del proyecto con cortes de fachada.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
VI. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en espacios interiores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones y fichas técnicas.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
VII. Medida de eficiencia: Control de iluminación por luz día en corredores y exteriores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones y fichas técnicas.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
VIII. Medida de eficiencia: Control de cargas de stand-by	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño eléctrico de tomas, especificaciones y fichas técnicas.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
IX. Medida de eficiencia: Sensores de CO en parqueaderos	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de ventilación y extracción de aire de sotanos con sensores de CO.
Nombre de archivo	<input type="text"/>

Centros comerciales

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA											
Sección 1. Información de solicitante											
Fecha de radicación	<input type="text"/> DD <input type="text"/> MM <input type="text"/> AA										
Digite un correo válido Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>										
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica										
Tipo de identificación	<input type="text"/>										
Número de identificación	<input type="text"/>										
Matrícula profesional #	<input type="text"/>										
Dirección	<input type="text"/>										
Teléfono celular	<input type="text"/>										
e-mail	<input type="text"/>										
Empresa	<input type="text"/>										
Cargo	<input type="text"/>										
Descripción de la empresa	<input type="text"/>										
Sección 2. Generalidades del proyecto											
Nombre del proyecto	<input type="text"/>										
Área del proyecto (sin sótanos)	<input type="text"/>										
Área del proyecto (con sótanos)	<input type="text"/>										
NIT del proyecto	<input type="text"/>										
Tipología del proyecto	<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vivienda VIP</td> <td><input type="checkbox"/> Oficinas</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vivienda VIS</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Centro Comercial</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4</td> <td><input type="checkbox"/> Hotel</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6</td> <td><input type="checkbox"/> Colegios</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Hospital</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP	<input type="checkbox"/> Oficinas	<input type="checkbox"/> Vivienda VIS	<input checked="" type="checkbox"/> Centro Comercial	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/> Hotel	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/> Colegios		<input type="checkbox"/> Hospital
<input type="checkbox"/> Vivienda VIP	<input type="checkbox"/> Oficinas										
<input type="checkbox"/> Vivienda VIS	<input checked="" type="checkbox"/> Centro Comercial										
<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/> Hotel										
<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/> Colegios										
	<input type="checkbox"/> Hospital										
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3										
Descripción del proyecto	<input type="text"/>										
Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Energía											
I. Medida de eficiencia: Ventilación Natural											
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>										
Documento de soporte	Por favor incluir memorias de cálculo y diseño bioclimático del proyecto donde se demuestre el cumplimiento de la medida										
Nombre de archivo	<input type="text"/>										



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

II. Medida de eficiencia: Iluminación LED en interiores

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de iluminación con especificaciones de luminarias usadas en el proyecto y memorias de cálculo de densidades de potencia instaladas.

Nombre de archivo

III. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en corredores y exteriores

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones.

Nombre de archivo

IV. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en espacios interiores

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones y fichas técnicas.

Nombre de archivo

V. Medida de eficiencia: Control de iluminación por luz día en corredores y exteriores

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones y fichas técnicas.

Nombre de archivo

VI. Medida de eficiencia: Sensores de CO en parqueaderos

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de ventilación y extracción de aire de sotanos con sensores de CO.

Nombre de archivo



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Hoteles

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA											
Sección 1. Información de solicitante											
Fecha de radicación	<input type="text"/> DD <input type="text"/> MM <input type="text"/> AA										
Digite un correo válido	<input type="text"/>										
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>										
Tipo de solicitante	<input type="text"/> Persona Natural <input type="text"/> Persona Jurídica										
Tipo de identificación	<input type="text"/>										
Número de identificación	<input type="text"/>										
Matrícula profesional #	<input type="text"/>										
Dirección	<input type="text"/>										
Teléfono celular	<input type="text"/>										
e-mail	<input type="text"/>										
Empresa	<input type="text"/>										
Cargo	<input type="text"/>										
Descripción de la empresa	<input type="text"/>										
Sección 2. Generalidades del proyecto											
Nombre del proyecto	<input type="text"/>										
Área del proyecto (sin sótanos)	<input type="text"/>										
Área del proyecto (con sótanos)	<input type="text"/>										
NIT del proyecto	<input type="text"/>										
Tipología del proyecto	<table border="0"><tr><td><input type="checkbox"/> Vivienda VIP</td><td><input type="checkbox"/> Oficinas</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Vivienda VIS</td><td><input checked="" type="checkbox"/> Centro Comercial</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4</td><td><input type="checkbox"/> Hotel</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6</td><td><input type="checkbox"/> Colegios</td></tr><tr><td></td><td><input type="checkbox"/> Hospital</td></tr></table>	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP	<input type="checkbox"/> Oficinas	<input type="checkbox"/> Vivienda VIS	<input checked="" type="checkbox"/> Centro Comercial	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/> Hotel	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/> Colegios		<input type="checkbox"/> Hospital
<input type="checkbox"/> Vivienda VIP	<input type="checkbox"/> Oficinas										
<input type="checkbox"/> Vivienda VIS	<input checked="" type="checkbox"/> Centro Comercial										
<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/> Hotel										
<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/> Colegios										
	<input type="checkbox"/> Hospital										
Uso mixto	<input type="checkbox"/>										
Área tipología 1	<input type="text"/>										
Área tipología 2	<input type="text"/>										
Área tipología 3	<input type="text"/>										
Descripción del proyecto	<input type="text"/>										
Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Energía											
I. Medida de eficiencia: Ventilación Natural											
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>										
Documento de soporte	Por favor incluir memorias de cálculo y diseño bioclimático del proyecto donde se demuestre el cumplimiento de la medida										
Nombre de archivo	<input type="text"/>										



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

II. Medida de eficiencia: Iluminación LED en interiores

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de iluminación con especificaciones de luminarias usadas en el proyecto y memorias de cálculo de densidades de potencia instaladas.

Nombre de archivo

III. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en corredores y exteriores

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones.

Nombre de archivo

IV. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en espacios interiores

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones y fichas técnicas.

Nombre de archivo

V. Medida de eficiencia: Control de iluminación por luz día en corredores y exteriores

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones y fichas técnicas.

Nombre de archivo

VI. Medida de eficiencia: Sensores de CO en parqueaderos

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de ventilación y extracción de aire de sotanos con sensores de CO.

Nombre de archivo



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Colegios

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	<input type="text" value="DD"/> <input type="text" value="MM"/> <input type="text" value="AA"/>
Digite un correo válido	<input type="text"/>
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>
Número de identificación	<input type="text"/>
Matrícula profesional #	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Teléfono celular	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Empresa	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Descripción de la empresa	<input type="text"/>
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>
Área del proyecto (sin sótanos)	<input type="text"/>
Área del proyecto (con sótanos)	<input type="text"/>
NIT del proyecto	<input type="text"/>
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP <input type="checkbox"/> Vivienda VIS <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input type="checkbox"/> Hotel <input checked="" type="checkbox"/> Colegios <input type="checkbox"/> Hospital
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Energía

I. Medida de eficiencia: Ventilación Natural

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir memorias de cálculo y diseño bioclimático del proyecto donde se demuestre el cumplimiento de la medida

Nombre de archivo

II. Medida de eficiencia: Iluminación LED en interiores

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de iluminación con especificaciones de luminarias usadas en el proyecto y memorias de cálculo de densidades de potencia instaladas.

Nombre de archivo

III. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en corredores y exteriores

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones.

Nombre de archivo

IV. Medida de eficiencia: Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño arquitectónico y simulaciones de luz día que demuestren el cumplimiento de la medida.

Nombre de archivo



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Hospitales

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA		
Sección 1. Información de solicitante		
Fecha de radicación	<input type="text" value="DD"/>	<input type="text" value="MM"/> <input type="text" value="AA"/>
Digite un correo válido	<input type="text"/>	
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>	
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/>	Persona Natural
	<input type="checkbox"/>	Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>	
Número de identificación	<input type="text"/>	
Matrícula profesional #	<input type="text"/>	
Dirección	<input type="text"/>	
Teléfono celular	<input type="text"/>	
e-mail	<input type="text"/>	
Empresa	<input type="text"/>	
Cargo	<input type="text"/>	
Descripción de la empresa	<input type="text"/>	
Sección 2. Generalidades del proyecto		
Nombre del proyecto	<input type="text"/>	
Área del proyecto (sin sótanos)	<input type="text"/>	
Área del proyecto (con sótanos)	<input type="text"/>	
NIT del proyecto	<input type="text"/>	
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP	<input type="checkbox"/> Oficinas
	<input type="checkbox"/> Vivienda VIS	<input type="checkbox"/> Centro Comercial
	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/> Hotel
	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6	<input checked="" type="checkbox"/> Colegios
		<input type="checkbox"/> Hospital
		<input type="checkbox"/> Edu Superior
	<input type="checkbox"/> Uso mixto	
	<input type="checkbox"/> Área tipología 1	<input type="checkbox"/> Área tipología 2
		<input type="checkbox"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>	
Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Energía		
I. Medida de eficiencia: Ventilación Natural		
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>	
Documento de soporte	Por favor incluir memorias de cálculo y diseño bioclimático del proyecto donde se demuestre el cumplimiento de la medida	
Nombre de archivo	<input type="text"/>	
II. Medida de eficiencia: Iluminación LED en interiores		
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>	



Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de iluminación con especificaciones de luminarias usadas en el proyecto y memorias de cálculo de densidades de potencia instaladas.
Nombre de archivo	
III. Medida de eficiencia: Relación Ventana Pared	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño arquitectónico con cortes de fachada.
Nombre de archivo	
IV. Medida de eficiencia: Sensores de CO en parqueaderos	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de ventilación y extracción de aire de sótanos con sensores de CO.
Nombre de archivo	
V. Medida de eficiencia: Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño arquitectónico y simulaciones de luz día que demuestren el cumplimiento de la medida.
Nombre de archivo	
VI. Medida de eficiencia: Eficiencia en calentadores a gas	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	



Documento de soporte	Por favor incluir diseño de calentamiento de agua caliente, especificaciones y fichas técnicas de calentadores
Nombre de archivo	
VII. Medida de eficiencia: Sistemas de calentamiento de agua centrales	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	
Documento de soporte	Por favor incluir diseño de calentamiento de agua caliente, especificaciones y fichas técnicas de calentadores
Nombre de archivo	
VIII. Medida de eficiencia: Economizadores de aire	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	
Documento de soporte	Por favor incluir diagrama de control del sistema de aire acondicionado y ficha técnica.
Nombre de archivo	
IX. Medida de eficiencia: COP	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de equipos que evidencien el COP.
Nombre de archivo	

Educación superior

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	<input type="text" value="DD"/> <input type="text" value="MM"/> <input type="text" value="AA"/>
Digite un correo válido	<input type="text"/>
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>
Número de identificación	<input type="text"/>
Matrícula profesional #	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Teléfono celular	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Empresa	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Descripción de la empresa	<input type="text"/>
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>
Área del proyecto (sin sótanos)	<input type="text"/>
Área del proyecto (con sótanos)	<input type="text"/>
NIT del proyecto	<input type="text"/>
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Vivienda VIS <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input type="checkbox"/> Colegios <input checked="" type="checkbox"/> Educación Superior <input type="checkbox"/> Hospital
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>
Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Energía	
I. Medida de eficiencia: Ventilación Natural	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir memorias de cálculo y diseño bioclimático del proyecto donde se demuestre el cumplimiento de la medida
Nombre de archivo	<input type="text"/>
II. Medida de eficiencia: Iluminación LED en interiores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de iluminación con especificaciones de luminarias usadas en el proyecto y memorias de cálculo de densidades de potencia instaladas.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

III. Medida de eficiencia: Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos arquitectónicos y simulaciones de iluminación natural en el proyecto que demuestren el cumplimiento de la medida.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
IV. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en corredores y exteriores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
V. Medida de eficiencia: Relación Ventana Pared	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos arquitectónicos del proyecto con cortes de fachada.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
VI. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en espacios interiores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones y fichas técnicas.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
VII. Medida de eficiencia: Control de iluminación por luz día en corredores y exteriores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones y fichas técnicas.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
VIII. Medida de eficiencia: Control de cargas de stand-by	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño eléctrico de tomas, especificaciones y fichas técnicas.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
IX. Medida de eficiencia: Sensores de CO en parqueaderos	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de ventilación y extracción de aire de sotanos con sensores de CO.
Nombre de archivo	<input type="text"/>

Vivienda de estratos 3 y 4

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA																					
Sección 1. Información de solicitante																					
Fecha de radicación	<input type="text" value="DD"/> <input type="text" value="MM"/> <input type="text" value="AA"/>																				
Digite un correo válido	<input type="text"/>																				
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>																				
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica																				
Tipo de identificación	<input type="text"/>																				
Número de identificación	<input type="text"/>																				
Matrícula profesional #	<input type="text"/>																				
Dirección	<input type="text"/>																				
Teléfono celular	<input type="text"/>																				
e-mail	<input type="text"/>																				
Empresa	<input type="text"/>																				
Cargo	<input type="text"/>																				
Descripción de la empresa	<input type="text"/>																				
Sección 2. Generalidades del proyecto																					
Nombre del proyecto	<input type="text"/>																				
Área del proyecto (sin sótanos)	<input type="text"/>																				
Área del proyecto (con sótanos)	<input type="text"/>																				
NIT del proyecto	<input type="text"/>																				
Tipología del proyecto	<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Vivienda VIP</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Oficinas</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Vivienda VIS</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Centro Comercial</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Vivienda estrato 3-4</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Hotel</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Vivienda estrato 5-6</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Colegios</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Hospital</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Vivienda VIP	<input type="checkbox"/>	Oficinas	<input type="checkbox"/>	Vivienda VIS	<input type="checkbox"/>	Centro Comercial	<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/>	Hotel	<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/>	Colegios			<input type="checkbox"/>	Hospital
<input type="checkbox"/>	Vivienda VIP	<input type="checkbox"/>	Oficinas																		
<input type="checkbox"/>	Vivienda VIS	<input type="checkbox"/>	Centro Comercial																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/>	Hotel																		
<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/>	Colegios																		
		<input type="checkbox"/>	Hospital																		
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3																				
Descripción del proyecto	<input type="text"/>																				
Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Energía																					
I. Medida de eficiencia: Ventilación Natural																					
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>																				
Documento de soporte	Por favor incluir memorias de cálculo y diseño bioclimático del proyecto donde se demuestre el cumplimiento de la medida																				
Nombre de archivo	<input type="text"/>																				
II. Medida de eficiencia: Iluminación LED en interiores																					
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>																				
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de iluminación con especificaciones de luminarias usadas en el proyecto y memorias de cálculo de densidades de potencia instaladas.																				
Nombre de archivo	<input type="text"/>																				



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

III. Medida de eficiencia: Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos arquitectónicos y simulaciones de iluminación natural en el proyecto que demuestren el cumplimiento de la medida.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
IV. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en corredores y exteriores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
V. Medida de eficiencia: Relación Ventana Pared	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos arquitectónicos del proyecto con cortes de fachada.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
VI. Medida de eficiencia: Control por luz día en corredores y exteriores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación y especificaciones.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
VII. Medida de eficiencia: Control horario para corredores y exteriores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación y especificaciones.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
VIII. Medida de eficiencia: Colectores solares para calentamiento de agua	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de calentamiento de agua con colectores solares, especificaciones y fichas técnicas.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Vivienda de estratos 5 y 6

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	<input type="text" value="DD"/> <input type="text" value="MM"/> <input type="text" value="AA"/>
Digite un correo válido	<input type="text"/>
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>
Tipo de solicitante	<input type="text"/> Persona Natural <input type="text"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>
Número de identificación	<input type="text"/>
Matrícula profesional #	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Teléfono celular	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Empresa	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Descripción de la empresa	<input type="text"/>
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>
Área del proyecto (sin sótanos)	<input type="text"/>
Área del proyecto (con sótanos)	<input type="text"/>
NIT del proyecto	<input type="text"/>
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Vivienda VIS <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Hotel <input checked="" type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input type="checkbox"/> Colegios <input type="checkbox"/> Hospital
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>
Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Energía	
I. Medida de eficiencia: Ventilación Natural	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir memorias de cálculo y diseño bioclimático del proyecto donde se demuestre el cumplimiento de la medida
Nombre de archivo	<input type="text"/>
II. Medida de eficiencia: Iluminación LED en interiores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de iluminación con especificaciones de luminarias usadas en el proyecto y memorias de cálculo de densidades de potencia instaladas.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

III. Medida de eficiencia: Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos arquitectónicos y simulaciones de iluminación natural en el proyecto que demuestren el cumplimiento de la medida.

Nombre de archivo

IV. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en corredores y exteriores

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones.

Nombre de archivo

V. Medida de eficiencia: Relación Ventana Pared

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos arquitectónicos del proyecto con cortes de fachada.

Nombre de archivo

VI. Medida de eficiencia: Colectores solares para calentamiento de agua

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de calentamiento de agua con colectores solares, especificaciones y fichas técnicas.

Nombre de archivo

VII. Medida de eficiencia: Eficiencia de calentadores a gas

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de calentamiento de agua con calentadores a gas, especificaciones y fichas técnicas.

Nombre de archivo

VIII. Medida de eficiencia: Sistemas de calentamiento de agua centrales

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de calentamiento de agua con calentadores a gas, especificaciones y fichas técnicas.

Nombre de archivo

IX. Medida de eficiencia: Sensores de CO en parqueaderos

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:

Documento de soporte

Por favor incluir planos de diseño de ventilación y extracción de aire de sotanos con sensores de CO.

Nombre de archivo



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Vivienda de interés prioritario

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA			
Sección 1. Información de solicitante			
Fecha de radicación	<input type="text" value="DD"/>	<input type="text" value="MM"/>	<input type="text" value="AA"/>
Digite un correo válido	<input type="text"/>		
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>		
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/>	Persona Natural	
	<input type="checkbox"/>	Persona Jurídica	
Tipo de identificación	<input type="text"/>		
Número de identificación	<input type="text"/>		
Matrícula profesional #	<input type="text"/>		
Dirección	<input type="text"/>		
Teléfono celular	<input type="text"/>		
e-mail	<input type="text"/>		
Empresa	<input type="text"/>		
Cargo	<input type="text"/>		
Descripción de la empresa	<input type="text"/>		
Sección 2. Generalidades del proyecto			
Nombre del proyecto	<input type="text"/>		
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	<input type="text"/>		
Área del proyecto m2 (con sótanos)	<input type="text"/>		
NIT del proyecto	<input type="text"/>		
Tipología del proyecto	<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda VIP	<input type="checkbox"/> Oficinas	
	<input type="checkbox"/> Vivienda VIS	<input type="checkbox"/> Centro Comercial	
	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/> Hotel	
	<input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/> Colegios	
		<input type="checkbox"/> Hospital	
		<input type="checkbox"/> Edu Superior	
	<input type="checkbox"/> Uso mixto		
	<input type="checkbox"/> Área tipología 1	<input type="checkbox"/> Área tipología 2	<input type="checkbox"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>		
Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Energía			
I. Medida de eficiencia: Ventilación Natural			
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>		



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Documento de soporte	Por favor incluir memorias de cálculo y diseño bioclimático del proyecto donde se demuestre el cumplimiento de la medida
Nombre de archivo	
II. Medida de eficiencia: Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	
Documento de soporte	Por favor incluir planos arquitectónicos y simulaciones de iluminación natural en el proyecto que demuestren el cumplimiento de la medida.
Nombre de archivo	



Vivienda de interés social

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA																	
Sección 1. Información de solicitante																	
Fecha de radicación	<table border="1"><tr><td>DD</td><td>MM</td><td>AA</td></tr></table>	DD	MM	AA													
DD	MM	AA															
Digite un correo válido	<input type="text"/>																
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>																
Tipo de solicitante	<table border="1"><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Persona Natural</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Persona Jurídica</td></tr></table>	<input type="checkbox"/>	Persona Natural	<input type="checkbox"/>	Persona Jurídica												
<input type="checkbox"/>	Persona Natural																
<input type="checkbox"/>	Persona Jurídica																
Tipo de identificación	<input type="text"/>																
Número de identificación	<input type="text"/>																
Matrícula profesional #	<input type="text"/>																
Dirección	<input type="text"/>																
Teléfono celular	<input type="text"/>																
e-mail	<input type="text"/>																
Empresa	<input type="text"/>																
Cargo	<input type="text"/>																
Descripción de la empresa	<input type="text"/>																
Sección 2. Generalidades del proyecto																	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>																
Área del proyecto (sin sótanos)	<input type="text"/>																
Área del proyecto (con sótanos)	<input type="text"/>																
NIT del proyecto	<input type="text"/>																
Tipología del proyecto	<table border="1"><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Vivienda VIP</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Oficinas</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Vivienda VIS</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Centro Comercial</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Vivienda estrato 3-4</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Hotel</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Vivienda estrato 5-6</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Colegios</td></tr></table>	<input type="checkbox"/>	Vivienda VIP	<input type="checkbox"/>	Oficinas	<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda VIS	<input type="checkbox"/>	Centro Comercial	<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/>	Hotel	<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/>	Colegios
<input type="checkbox"/>	Vivienda VIP	<input type="checkbox"/>	Oficinas														
<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda VIS	<input type="checkbox"/>	Centro Comercial														
<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/>	Hotel														
<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/>	Colegios														



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

	<input type="checkbox"/>	Hospital		
	<input type="checkbox"/>	Edu Superior		
	<input type="checkbox"/>	Uso mixto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Área tipología 1	<input type="checkbox"/>	Área tipología 2
			<input type="checkbox"/>	Área tipología 3
Descripción del proyecto	<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>			
Sección 3. Cumplimiento de medidas de eficiencia obligatorias en Energía				
<i>I. Medida de eficiencia: Ventilación Natural</i>				
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<div style="border: 1px solid black; height: 150px;"></div>			
Documento de soporte	Por favor incluir memorias de cálculo y diseño bioclimático del proyecto donde se demuestre el cumplimiento de la medida			
Nombre de archivo	<div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>			
<i>II. Medida de eficiencia: Iluminación LED en interiores</i>				
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<div style="border: 1px solid black; height: 30px;"></div>			



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de iluminación con especificaciones de luminarias usadas en el proyecto y memorias de cálculo de densidades de potencia instaladas.
Nombre de archivo	
III. Medida de eficiencia: Iluminación natural a través de fachadas y/o cielos	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	
Documento de soporte	Por favor incluir planos arquitectónicos y simulaciones de iluminación natural en el proyecto que demuestren el cumplimiento de la medida.
Nombre de archivo	
III. Medida de eficiencia: Controles de ocupación en corredores y exteriores	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Documento de soporte	Por favor incluir planos de diseño de control de iluminación con especificaciones.
Nombre de archivo	

4. FMPA Formato de método prescriptivo de agua para entregar un proyecto

Oficinas

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA CONSUMO DE AGUA																					
Sección 1. Información de solicitante																					
Fecha de radicación	<input type="text"/> DD <input type="text"/> MM <input type="text"/> AA																				
Digite un correo válido	<input type="text"/>																				
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>																				
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica																				
Tipo de identificación	<input type="text"/>																				
Número de identificación	<input type="text"/>																				
Matrícula profesional #	<input type="text"/>																				
Dirección	<input type="text"/>																				
Teléfono celular	<input type="text"/>																				
e-mail	<input type="text"/>																				
Empresa	<input type="text"/>																				
Cargo	<input type="text"/>																				
Descripción de la empresa	<input type="text"/>																				
Sección 2. Generalidades del proyecto																					
Nombre del proyecto	<input type="text"/>																				
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	<input type="text"/>																				
Área del proyecto m2 (con sótanos)	<input type="text"/>																				
NIT del proyecto	<input type="text"/>																				
Tipología del proyecto	<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Vivienda VIP</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Oficinas</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Vivienda VIS</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Centro Comercial</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Vivienda estrato 3-4</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Hotel</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Vivienda estrato 5-6</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Colegios</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Hospital</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Vivienda VIP	<input checked="" type="checkbox"/>	Oficinas	<input type="checkbox"/>	Vivienda VIS	<input type="checkbox"/>	Centro Comercial	<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/>	Hotel	<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/>	Colegios			<input type="checkbox"/>	Hospital
<input type="checkbox"/>	Vivienda VIP	<input checked="" type="checkbox"/>	Oficinas																		
<input type="checkbox"/>	Vivienda VIS	<input type="checkbox"/>	Centro Comercial																		
<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/>	Hotel																		
<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/>	Colegios																		
		<input type="checkbox"/>	Hospital																		
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3																				
Descripción del proyecto	<input type="text"/>																				
I. Medida de eficiencia: Orinal ahorrador																					
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>																				
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de orinales ahorradores utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.																				
Nombre de archivo	<input type="text"/>																				



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

II. Medida de eficiencia: Sanitario ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de sanitarios utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
III. Medida de eficiencia: Grifería de servicio ahorradora	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
IV. Medida de eficiencia: Lavamanos ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Centros comerciales

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA CONSUMO DE AGUA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	<input type="text"/> DD <input type="text"/> MM <input type="text"/> AA
Digite un correo válido	<input type="text"/>
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>
Tipo de solicitante	<input type="text"/> Persona Natural <input type="text"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>
Número de identificación	<input type="text"/>
Matrícula profesional #	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Teléfono celular	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Empresa	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Descripción de la empresa	<input type="text"/>
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (con sótanos)	<input type="text"/>
NIT del proyecto	<input type="text"/>
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP <input type="checkbox"/> Vivienda VIS <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input checked="" type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Colegios <input type="checkbox"/> Hospital
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>
I. Medida de eficiencia: Orinal ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de orinales ahorradores utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

II. Medida de eficiencia: Sanitario ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de sanitarios utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
III. Medida de eficiencia: Grifería de servicio ahorradora	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
IV. Medida de eficiencia: Lavamanos público ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Hoteles

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA CONSUMO DE AGUA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	<input type="text"/> DD <input type="text"/> MM <input type="text"/> AA
Digite un correo válido	<input type="text"/>
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>
Tipo de solicitante	<input type="text"/> Persona Natural <input type="text"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>
Número de identificación	<input type="text"/>
Matrícula profesional #	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Telefono celular	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Empresa	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Descripción de la empresa	<input type="text"/>
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (con sótanos)	<input type="text"/>
NIT del proyecto	<input type="text"/>
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Vivienda VIS <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input checked="" type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input type="checkbox"/> Colegios <input type="checkbox"/> Hospital
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>
I. Medida de eficiencia: Orinal ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de orinales ahorradores utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
II. Medida de eficiencia: Sanitario ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de sanitarios utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

III. Medida de eficiencia: Grifería de servicio ahorradora	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
IV. Medida de eficiencia: Lavamanos público ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
V. Medida de eficiencia: Lavamanos privado ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
VI. Medida de eficiencia: Ducha Ahorradora	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de duchas utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Colegios

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	<input type="text"/> DD <input type="text"/> MM <input type="text"/> AA
Digite un correo válido	<input type="text"/>
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>
Tipo de solicitante	<input type="text"/> Persona Natural <input type="text"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>
Número de identificación	<input type="text"/>
Matrícula profesional #	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Teléfono celular	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Empresa	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Descripción de la empresa	<input type="text"/>
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>
Área del proyecto (sin sótanos)	<input type="text"/>
Área del proyecto (con sótanos)	<input type="text"/>
NIT del proyecto	<input type="text"/>
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP <input type="checkbox"/> Vivienda VIS <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input type="checkbox"/> Hotel <input checked="" type="checkbox"/> Colegios <input type="checkbox"/> Hospital
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

II. Medida de eficiencia: Sanitario ahorrador

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;

Documento de soporte

Por favor incluir fichas técnicas de sanitarios utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.

Nombre de archivo

III. Medida de eficiencia: Grifería de servicio ahorradora

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;

Documento de soporte

Por favor incluir fichas técnicas de la grifería utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.

Nombre de archivo

IV. Medida de eficiencia: Lavamanos público ahorrador

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;

Documento de soporte

Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.

Nombre de archivo

Hospitales

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA CONSUMO DE AGUA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	<input type="text"/> DD <input type="text"/> MM <input type="text"/> AA
Digite un correo válido	<input type="text"/>
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>
Número de identificación	<input type="text"/>
Matrícula profesional #	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Teléfono celular	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Empresa	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Descripción de la empresa	<input type="text"/>
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (con sótanos)	<input type="text"/>
NIT del proyecto	<input type="text"/>
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP <input type="checkbox"/> Vivienda VIS <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3
	<input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Colegios <input checked="" type="checkbox"/> Hospital
Descripción del proyecto	<input type="text"/>
I. Medida de eficiencia: Orinal ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de orinales ahorradores utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
II. Medida de eficiencia: Sanitario público ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de sanitarios utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
III. Medida de eficiencia: Sanitario privado ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de sanitarios utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

IV. Medida de eficiencia: Grifería de servicio ahorradora

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;

Documento de soporte

Por favor incluir fichas técnicas de la grifería utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.

Nombre de archivo

V. Medida de eficiencia: Lavamanos público ahorrador

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;

Documento de soporte

Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.

Nombre de archivo

VI. Medida de eficiencia: Lavamanos privado ahorrador

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;

Documento de soporte

Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.

Nombre de archivo

VII. Medida de eficiencia: Ducha Ahorradora

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;

Documento de soporte

Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de duchas utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.

Nombre de archivo



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Educación superior

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA CONSUMO DE AGUA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	<input type="text"/> DD <input type="text"/> MM <input type="text"/> AA
Digite un correo válido	<input type="text"/>
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>
Tipo de solicitante	<input type="text"/> Persona Natural <input type="text"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>
Número de identificación	<input type="text"/>
Matrícula profesional #	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Teléfono celular	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Empresa	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Descripción de la empresa	<input type="text"/>
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (con sótanos)	<input type="text"/>
NIT del proyecto	<input type="text"/>
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Vivienda VIS <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input type="checkbox"/> Colegios <input checked="" type="checkbox"/> Educación Superior <input type="checkbox"/> Hospital
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="text"/> Área tipología 1 <input type="text"/> Área tipología 2 <input type="text"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>
I. Medida de eficiencia: Orinal ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de orinales ahorradores utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

II. Medida de eficiencia: Sanitario ahorrador

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;

Documento de soporte

Por favor incluir fichas técnicas de sanitarios utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.

Nombre de archivo

III. Medida de eficiencia: Grifería de servicio ahorradora

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;

Documento de soporte

Por favor incluir fichas técnicas de la grifería utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.

Nombre de archivo

IV. Medida de eficiencia: Lavamanos ahorrador

Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;

Documento de soporte

Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.

Nombre de archivo



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Vivienda de estratos 3 y 4

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA CONSUMO DE AGUA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	<input type="text"/> DD <input type="text"/> MM <input type="text"/> AA
Digite un correo válido	<input type="text"/>
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>
Número de identificación	<input type="text"/>
Matrícula profesional #	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Teléfono celular	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Empresa	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Descripción de la empresa	<input type="text"/>
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (con sótanos)	<input type="text"/>
NIT del proyecto	<input type="text"/>
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP <input type="checkbox"/> Vivienda VIS <input checked="" type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Colegios <input type="checkbox"/> Hospital
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>
1. Medida de eficiencia: Ducha ahorradora	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de duchas utilizada en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

II. Medida de eficiencia: Sanitario ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de sanitarios utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
III. Medida de eficiencia: Grifería de servicio ahorradora	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
IV. Medida de eficiencia: Lavamanos ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA CONSUMO DE AGUA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	<input type="text"/> DD <input type="text"/> MM <input type="text"/> AA
Digite un correo válido Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	<input type="text"/>
Número de identificación	<input type="text"/>
Matrícula profesional #	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Teléfono celular	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Empresa	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Descripción de la empresa	<input type="text"/>
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	<input type="text"/>
Área del proyecto m2 (con sótanos)	<input type="text"/>
NIT del proyecto	<input type="text"/>
Tipología del proyecto	<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda VIP <input type="checkbox"/> Vivienda VIS <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Colegios <input type="checkbox"/> Hospital
	<input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="text"/> Área tipología 1 <input type="text"/> Área tipología 2 <input type="text"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	<input type="text"/>
I. Medida de eficiencia: Ducha ahorradora	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de duchas utilizada en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

II. Medida de eficiencia: Sanitario ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de sanitarios utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
III. Medida de eficiencia: Grifería de servicio ahorradora	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>
IV. Medida de eficiencia: Lavamanos ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	<input type="text"/>
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	<input type="text"/>



Vivienda de interés prioritario

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA CONSUMO DE AGUA																																	
Sección 1. Información de solicitante																																	
Fecha de radicación	<table border="1"><tr><td>DD</td><td>MM</td><td>AA</td></tr></table>	DD	MM	AA																													
DD	MM	AA																															
Digite un correo válido	<input type="text"/>																																
Razón social o nombre completo del solicitante	<input type="text"/>																																
Tipo de solicitante	<table border="1"><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Persona Natural</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Persona Jurídica</td></tr></table>	<input type="checkbox"/>	Persona Natural	<input type="checkbox"/>	Persona Jurídica																												
<input type="checkbox"/>	Persona Natural																																
<input type="checkbox"/>	Persona Jurídica																																
Tipo de identificación	<input type="checkbox"/>																																
Número de identificación	<input type="text"/>																																
Matrícula profesional #	<input type="text"/>																																
Dirección	<input type="text"/>																																
Teléfono celular	<input type="text"/>																																
e-mail	<input type="text"/>																																
Empresa	<input type="text"/>																																
Cargo	<input type="text"/>																																
Descripción de la empresa	<input type="text"/>																																
Sección 2. Generalidades del proyecto																																	
Nombre del proyecto	<input type="text"/>																																
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	<input type="text"/>																																
Área del proyecto m2 (con sótanos)	<input type="text"/>																																
NIT del proyecto	<input type="text"/>																																
Tipología del proyecto	<table border="1"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Vivienda VIP</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Oficinas</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Vivienda VIS</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Centro Comercial</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Vivienda estrato 3-4</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Hotel</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Vivienda estrato 5-6</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Colegios</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Hospital</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Edu superior</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Uso mixto</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Área tipología 2</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Área tipología 1</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Área tipología 3</td></tr></table>	<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda VIP	<input type="checkbox"/>	Oficinas	<input type="checkbox"/>	Vivienda VIS	<input type="checkbox"/>	Centro Comercial	<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/>	Hotel	<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/>	Colegios	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Hospital	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Edu superior	<input type="checkbox"/>	Uso mixto	<input type="checkbox"/>	Área tipología 2	<input type="checkbox"/>	Área tipología 1	<input type="checkbox"/>	Área tipología 3
<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda VIP	<input type="checkbox"/>	Oficinas																														
<input type="checkbox"/>	Vivienda VIS	<input type="checkbox"/>	Centro Comercial																														
<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 3-4	<input type="checkbox"/>	Hotel																														
<input type="checkbox"/>	Vivienda estrato 5-6	<input type="checkbox"/>	Colegios																														
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Hospital																														
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Edu superior																														
<input type="checkbox"/>	Uso mixto	<input type="checkbox"/>	Área tipología 2																														
<input type="checkbox"/>	Área tipología 1	<input type="checkbox"/>	Área tipología 3																														
Descripción del proyecto	<input type="text"/>																																
I. Medida de eficiencia: Ducha ahorradora																																	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	<input type="text"/>																																



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de duchas utilizada en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	
II. Medida de eficiencia: Sanitario ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de sanitarios utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	
III. Medida de eficiencia: Grifería de servicio ahorradora	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	
IV. Medida de eficiencia: Lavamanos ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	

Vivienda de interés social

FORMATO DE CUMPLIMIENTO MÉTODO PRESCRIPTIVO PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 549 - MEDIDAS DE EFICIENCIA CONSUMO DE AGUA	
Sección 1. Información de solicitante	
Fecha de radicación	DD MM AA
Digite un correo válido	
Razón social o nombre completo del solicitante	
Tipo de solicitante	<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica
Tipo de identificación	
Número de identificación	
Matrícula profesional #	
Dirección	
Teléfono celular	
e-mail	
Empresa	
Cargo	
Descripción de la empresa	
Sección 2. Generalidades del proyecto	
Nombre del proyecto	
Área del proyecto m2 (sin sótanos)	
Área del proyecto m2 (con sótanos)	
NIT del proyecto	
Tipología del proyecto	<input type="checkbox"/> Vivienda VIP <input checked="" type="checkbox"/> Vivienda VIS <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 3-4 <input type="checkbox"/> Vivienda estrato 5-6 <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Centro Comercial <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Colegios <input type="checkbox"/> Hospital <input type="checkbox"/> Edu superior <input type="checkbox"/> Uso mixto <input type="checkbox"/> Área tipología 1 <input type="checkbox"/> Área tipología 2 <input type="checkbox"/> Área tipología 3
Descripción del proyecto	
I. Medida de eficiencia: Ducha ahorradora	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto:	
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de duchas utilizada en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	
II. Medida de eficiencia: Sanitario ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de sanitarios utilizados en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	
III. Medida de eficiencia: Grifería de servicio ahorradora	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	
IV. Medida de eficiencia: Lavamanos ahorrador	
Descripción de cumplimiento de la medida en el proyecto;	
Documento de soporte	Por favor incluir fichas técnicas de la grifería de lavamanos utilizado en el proyecto donde se indique el consumo.
Nombre de archivo	

Anexo 4. Ejemplo de aplicación del Protocolo de implementación-método de desempeño, en un proyecto de viviendas de estratos 3 y 4

Este anexo contiene ejemplo de aplicación del método de desempeño en un proyecto de viviendas de estratos 3 y 4.

Como ejemplo para uso del Protocolo se utilizó un proyecto de vivienda de estratos 3 y 4, ubicado en Bogotá, El proyecto es un complejo de torres de apartamentos, distribuidos alrededor de una plazoleta central. En total el proyecto cuenta con tres tipologías de apartamentos, diferenciados por su área y distribución. La tipología A tiene un área de 57 m², la tipología B tiene un área de 65 m² y la tipología C tiene un área de 70 m². En total se cuenta con 336 apartamentos distribuidos entre la tipología A, B y C, para un total de 130, 112 y 64 apartamentos por tipología respectivamente. La tipología A cuenta con 2 habitaciones, sala comedor y cocina, la tipología B cuenta con 3 habitaciones, sala comedor y cocina, y la tipología C cuenta con 2 habitaciones, un estudio que puede cerrarse como habitación y sala comedor. La relación ventana pared del edificio es de 9.8% en la fachada Norte, 8% en la fachada sur, 25.4% en la fachada este y 23.8% en la fachada oeste.



1. Método de desempeño ahorro de energía en viviendas de estratos 3 y 4

Paso 1. Generar la línea base del proyecto de acuerdo con los parámetros del apéndice G del ASHRAE 90.1 de 2016

Se generó la línea base del proyecto siguiendo el apéndice G del estándar ASHRAE 90.1 de 2016, utilizando el software de simulación IES VE 2018, la línea base presenta las siguientes características:

- El mismo número de pisos y espacios que el modelo propuesto
- La clasificación de espacios (vivienda, corredores, zona de parqueo) es la misma que en el edificio propuesto.
- Rango de confort y horarios (ocupación y operación) del proyecto son los mismos para los dos modelos.
- La orientación de los dos modelos es la misma
- Los materiales de la fachada opaca se establecieron de acuerdo con las características presentadas en el estándar (Tabla G3.4.3) para la zona climática de Bogotá (Zona 3C)
- La relación Vidrio/Pared para este proyecto se reduce en un 60 % siguiendo con lo establecido en la tabla G3.1
- Las características térmicas del vidrio son las que se encuentran en la tabla G3.4.3 para la zona climática de Bogotá.
- Las densidades de potencia de iluminación se ajustaron según la tabla G3.7, dependiendo de la clasificación de espacios asignada anteriormente.
- La clasificación de los bloques térmicos se realizó de acuerdo con la sección 9 de la tabla G3.1, esta clasificación de los bloques térmicos se realizó igual para los dos modelos
- Para el sistema de HVAC al no contar con un sistema propuesto, se utiliza el sistema de la línea base que en este caso corresponde para un proyecto de tipo residencial en la zona climática 3C a un sistema 1 - PTAC que se encuentra en la tabla G3.1.1-3.
- Para la distribución de agua caliente, las zonas se agrupan de la misma manera que en el modelo propuesto, para residencial según la tabla G3.1.1-2, el método de calentamiento es un calentador de gas.
- La carga de equipos se modela igual para los dos modelos
- Los elevadores se modelan igual para los dos modelos.

Paso 2. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología vivienda estrato 3 y 4

Una vez realizada la modelación energética del proyecto, se ajustó el consumo de la línea base obtenida según el factor de ajuste que se encuentra en la metodología. A continuación, se muestra los consumos para la línea base del proyecto y el respectivo ajuste.

Tabla 78. Consumos Línea Base sin factor de ajuste

Sistema	Consumo - Base (kwh)
Iluminación	669954
Calefacción	103251
Enfriamiento	503264
Ventiladores	22450
Tomas	168597
Elevadores	108507
Cocina	456181
Agua Caliente	2136752
Total	4075289

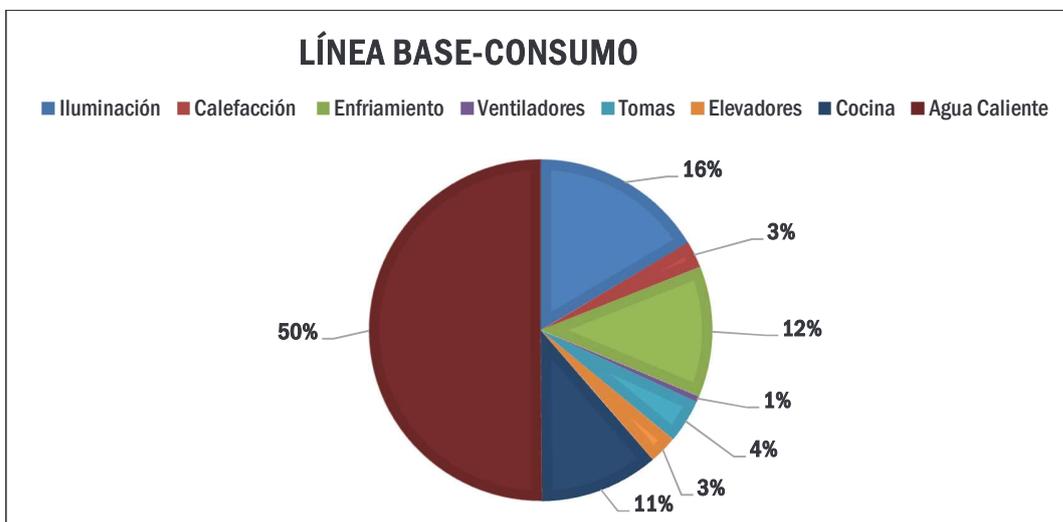


Figura 1. Tarta de Consumo línea base
Fuente: elaboración propia

El consumo total de la línea base utilizando la fórmula y el factor e de ajuste correspondiente es el siguiente

$$LBA = L * FA$$

Donde,

LBA: Consumo línea base ajustada

LB: Consumo del edificio de la línea base Apéndice G del ASHRAE 90.1 2016

FA: Factor de ajuste = 1.005

Tabla 79. Consumo línea base ajustado

Variable	Consumo - Base (kwh)	Consumo - Base (kwh) * 1.005
Total	4158325	4179117

Fuente: elaboración propia

Paso 3. Generar el edificio del caso de diseño de acuerdo con los parámetros de diseño del edificio siguiendo la metodología de apéndice G del ASHRAE 90.1 DE 2016

El modelo propuesto se realizó siguiendo la metodología de apéndice G del ASHRAE 90.1 de 2016, este modelo presenta las siguientes características.

- Modelo de diseño
 - El modelo se realizó utilizando la última actualización de arquitectura y de todos los sistemas involucrados siendo consistente con todos los documentos referentes a la envolvente, áreas y tipologías de apartamentos, sistema de agua caliente y equipos hidrosanitarios.
- Adiciones y alteraciones
 - No se realizó ninguna alteración al modelo con respecto a lo que se tenía en los documentos.
- Clasificación de uso de espacios
 - Los espacios se clasificaron de dos formas utilizando el método que se encuentra en el estándar *Building Area Method*, donde las clasificaciones fueron:
 - *Multifamily*
 - *Parking garage*
- Horarios
 - Se estableció el horario de operación y junto con esto el horario de controles (temperatura y humedad), el horario establecido es un horario típico para un proyecto residencial.
- Envolvente
 - La envolvente se modeló de acuerdo con lo definido por arquitectura y las especificaciones técnicas generadas para la fachada translúcida, fachada opaca, muros interiores y cubierta.
- Iluminación
 - Se utilizó la densidad de potencia de iluminación especificada por el proyecto, para los dos espacios previamente clasificados, esta asignación se realizó para todos los espacios.
- Bloques térmicos
 - Se siguió la sección 9 del apéndice G, donde se especifica un bloque al menos por tipo de unidad de vivienda, exceptuando los que tengan la

misma orientación y otro diferente para las unidades ubicadas en el primer piso y otro bloque térmico para las unidades ubicadas en el último piso.

- Sistema de HVAC
 - En este caso el proyecto no cuenta con un sistema de HVAC, Por tanto, se utiliza el mismo sistema de la línea base para el tipo de clima y proyecto residencial de la línea base. Esto es necesario ya que como el proyecto utiliza ventilación natural se debe incluir un sistema virtual de aire acondicionado que se activa cuando la ventilación natural no pueda mantener los espacios en el rango de confort establecido.
- Agua caliente doméstica
 - A partir del balance hídrico se estableció el consumo de agua caliente que se iba a tener en el proyecto donde se estableció que el 60 % del consumo total de agua sería por agua caliente, con esto en mente se agruparon las zonas que iban a tener agua caliente y a estas se les asignó el consumo obtenido del 60 % del balance hídrico.
- Carga de tomas
 - Esta carga se asumió igual para la línea base y el modelo propuesto, donde se utilizó la ocupación y la tabla que se encuentra en el estándar por medio del *Building Area Method* para establecer esta carga.
- Elevadores
 - Se dejó la carga de elevadores, calculada por la carga pico y el número de elevadores propuesto.

Luego de la modelación energética, el consumo del edificio del caso de diseño es de 3130039 kWh/año.

Paso 4. Comparar el consumo de la línea base ajustada y del caso de diseño para evaluar el ahorro energético

Para realizar esta comparación se utiliza la siguiente fórmula

$$A_p = 1 - \frac{CCD}{CLBA}$$

Donde:

Ap: Ahorro energético del proyecto

CCD: Consumo en kWh de la energía del caso de diseño

CLBA: Consumo en kWh de la energía de la línea base ajustada

Aplicando esta fórmula se obtiene el siguiente resultado

$$A_p = 0,271$$

Se realiza la comparación con el ahorro requerido en este caso era de **34%** y se obtiene el siguiente resultado

$$27.18 \% < 34\%$$

Paso 5. Si no se logra el ahorro requerido

En este caso el proyecto no lograba el ahorro requerido, por lo cual se tuvo que buscar una opción de reducción de consumo energético a partir de colectores solares para calentar el 11.7% del agua caliente, logrando un ahorro energético 184.066 kWh, logrando un consumo total del edificio de 4.179.117 kWh. Al volver a hacer el cálculo de ahorro se obtiene un ahorro del 34.57% el cual es mayor al requerido.

Paso 6. Multiplicación por el factor de ajuste

Finalmente, una vez obtenido el ahorro del proyecto se multiplica por el factor de ajuste que para este caso es de 0.7352 para obtener el ahorro del proyecto ajustado, dando como resultado lo que se muestra a continuación

$$\text{Ahorro proyecto ajustado} = 34.57\% * 0.7352 = 25.41\%$$

El ahorro resultante es superior al requerido por la Res 0549. Una vez superado el objetivo de desempeño energético se puede proceder con la utilización de los formatos que se encuentran en el anexo 3.

2. Método de desempeño ahorro de agua en estratos 3 y 4

Paso 1. Organización de datos de entrada

Se realiza el cálculo de la ocupación del proyecto, teniendo en cuenta lo establecido en la NSR 10. En el caso específico del proyecto se realizó el cálculo teniendo en cuenta la cantidad de apartamentos que hay por tipología y sus respectivos ocupantes.

Tabla 80. Ocupación Residente Proyecto

	Número de Apartamentos	Total Residentes
Tipo C	64	224
Tipo B	112	392
Tipo A	160	560
Total	336	1176

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta que el proyecto contará con todos los aparatos sanitarios iguales para todos los apartamentos, se calculará solo un grupo de uso de los aparatos. Las especificaciones de los aparatos sanitarios se recibieron de la coordinación del proyecto y se cuenta con los siguientes consumos para una presión de 60 psi.

Tabla 81. Especificaciones de Aparatos Sanitarios

Aparato	Especificación	Consumo
Sanitario	Aquapro AL -Corona	4.8 L/d para solidos 3.2 L/d para liquido Consumo promedio 3.8L/d
Lavamanos	Koral Lavamanos monocontrol bajo	4.8 L/min
Lavaplatos	DRAA-Grifería lavaplatos monocontrol	5.42 L/min
Ducha	Túnez-Ducha Monocontrol SD	6.60 L/min

Fuente: elaboración propia

Paso 2. Cálculo línea base

Para calcular la línea base se consultó la norma técnica colombiana 1500 del código fontanería, para estimar el consumo de aparatos sanitarios, de acuerdo con la siguiente imagen extraída de la norma.

Tabla 82. Consumos base definidos por NTC 1500

Tabla 7.4.4 Consumos y caudales máximos para aparatos hidrosanitarios y accesorios para los aparatos

Aparatos hidrosanitarios o accesorios para los aparatos	Consumos y caudales máximos ^b
Lavamanos privado	8,3 L/min (2,2 gpm) a 414 kPa (60 psi)
Lavamanos público, (con cierre automático)	0,9 Lpf (0,25 galones) por ciclo de descarga
Lavamanos público, (otro que no sea con cierre automático)	1,9 L/min (0,5 gpm) a 414 kPa (60 psi)
Regadera ^a	9,5 L/min (2,5 gpm) a 552 kPa (80 psi)
grifo de poceta	8,3 L/min (2,2 gpm) a 414 kPa (60 psi)
Orinales	3,8 Lpf (1,0 galones) por ciclo de descarga
Inodoros	6,0 Lpf (1,6 galones) por ciclo de descarga
Factores de conversión: 1 L = 0,3 galón, 1 L/min = 0,3 galón/min, 1 kPa = 0,1 libra por pulgada cuadrada.	
^a Una teleducha es una regadera.	
^b Las tolerancias de consumo deben ser las determinadas en las normas citadas.	
Lpd Litros por descarga	
NOTA Para otros aparatos sanitarios refiérase a la NTC 1644.	

Para el cálculo del volumen anual base se siguieron las ecuaciones sugeridas en el Protocolo y se utilizaron los datos de ocupantes y de consumos propuestos.

Tabla 83. Cálculo consumo de agua línea base

Duración	Min/uso	Usos diarios	Consumo Base Litros	Volumen de agua base (L/día)	Volumen anual base (m ³ /año)
----------	---------	--------------	---------------------	------------------------------	--

Sanitarios	NA	3	6	21168,00	7726,32
Lavamanos	1	3	8,3	29282,40	10688,08
Duchas	8	1	9,5	89376,00	32622,24
Lavaplatos	1	3	8,3	29282,40	10688,08
Total				169108,80	61724,71

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo de consumo de sanitarios se siguió la ecuación establecida en el Protocolo:

$$1176 * 6 (lpd) * 3 \text{ usos diarios} = 21.168,00 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Para el cálculo de consumo de lavamanos se siguió la ecuación establecida en el Protocolo:

$$1176 * 8.3 (lpm) * 1 \text{ min} * 3 \text{ usos diarios} = 29.282,40 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Para el cálculo de consumo de duchas se siguió la ecuación establecida en el Protocolo:

$$1176 * 9.5 (lpm) * 8 \text{ min} * 1 \text{ usos diarios} = 89.376,00 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Para el cálculo de consumo de lavaplatos se siguió la ecuación establecida en el Protocolo:

$$1176 * 8.3 (lpm) * 1 \text{ min} * 3 \text{ usos diarios} = 29.282,40 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Finalmente se determinó el consumo total de aparatos sanitarios para el caso de la línea base en m³ al año

$$\frac{169.108,8 \frac{\text{litros}}{\text{día}} * 365 \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = 61.724,71 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Paso 3. Ajustar línea base de acuerdo con el parámetro de ajuste de la tipología de vivienda

De acuerdo con lo establecido por el Protocolo se realiza el cálculo de el volumen de agua de la línea base ajustada por el factor de ajuste establecido por la tipología el cual es 0.99, para esto se utiliza la ecuación establecida por el Protocolo:

$$61.724,71 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} * 0.99 = 61.107,46 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Paso 4. Calcular el volumen anual caso de diseño

Para el cálculo del volumen anual propuesto se siguieron las ecuaciones sugeridas en el Protocolo y se utilizaron los datos de ocupantes y de consumos propuestos.

Tabla 84. Cálculo consumo de agua caso diseño

Duración	Min/uso	Usos diarios	Consumo Base Litros	Volumen de agua base (L/día)	Volumen anual base (m3/año)
Sanitarios	NA	3	3,80	13406,40	4893,34
Lavamanos	1	3	4,80	16934,40	6181,06
Duchas	8	1	6,60	62092,80	22663,87
Lavaplatos	1	3	5,42	19121,76	6979,44
Total				111555,36	40717,71

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo de consumo de sanitarios se siguió la ecuación establecida en el Protocolo:

$$1176 * 3.8 (lpd) * 3 \text{ usos diarios} = 13.406,00 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Para el cálculo de consumo de lavamanos se siguió la ecuación establecida en el Protocolo:

$$1176 * 4.8 (lpm) * 1 \text{ min} * 3 \text{ usos diarios} = 16.934,40 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Para el cálculo de consumo de duchas se siguió la ecuación establecida en el Protocolo:

$$1176 * 6.6 (lpm) * 8 \text{ min} * 1 \text{ usos diarios} = 62.092,80 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Para el cálculo de consumo de lavaplatos se siguió la ecuación establecida en el Protocolo:

$$1176 * 5.42 (lpm) * 1 \text{ min} * 3 \text{ usos diarios} = 19.121.76 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Finalmente se determinó el consumo total de aparatos sanitarios para el caso de diseño en m3 al año

$$\frac{111.555,36 \frac{\text{litros}}{\text{día}} * 365 \frac{\text{días}}{\text{año}}}{1000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}} = 40.717,71 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Paso 5. Comparar el consumo del caso de diseño con respecto al consumo de la línea base ajustada para evaluar el ahorro en agua

Se realiza la estimación del ahorro de acuerdo con la ecuación establecida en el Protocolo.

$$\frac{61.107,46 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} - 40.717,71 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}}{61.107,46 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}} * 100\% = 33.36 \%$$

De acuerdo con los cálculos realizados anteriormente el proyecto cumple con lo requerido por el Protocolo utilizando el método de cálculo establecido.

Paso 6. Si no se logra el ahorro requerido, iterar con nuevas medidas de eficiencia hasta lograr el ahorro esperado.

No es necesario implementar medidas de eficiencia adicionales.

Paso 7. Multiplicación por el factor de ajuste de ahorro

Finalmente se realiza la estimación del ahorro utilizando el factor de ajuste el cual de acuerdo con lo establecido por el Protocolo es 0.7575.

$$33.36 \% * 0.7575 = 25.02\%$$

El ahorro resultante es superior al requerido por la Res 0549. Una vez superado el objetivo de desempeño energético se puede proceder con la utilización de los formatos que se encuentran en el anexo 3.