



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL  
LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias  
de la Producción**

**“Diseño de guías para la construcción de agencias  
energéticamente sostenibles”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:  
MAGÍSTER EN ECOEFICIENCIA INDUSTRIAL**

**Presentada por:  
Oscar Alfredo Calderón Moreno**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2021**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su bondad, Mi familia, esposa e hijas, pilar importante y medio de apoyo en todo momento, acompañándome en esta etapa de preparación continua, mi madre por sus oraciones y consejos y a todos quienes contribuyeron, a mi director de proyecto y docentes que de alguna forma supieron apoyarme en esta etapa de aprendizaje profesional.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo desarrollado con sacrificio, esfuerzo y dedicación se lo dedico a Dios, mi familia, esposa e hijas y a mi madre.

# TRIBUNAL DE TITULACIÓN



Firmado electrónicamente por:

**JORGE FERNANDO  
ABAD MORAN**

---

**Ángel Ramírez M., Ph.D.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE**

---

**Jorge Abad M., Ph.D.  
DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Andrea Boero V., MSc  
VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Oscar Alfredo Calderón Moreno

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>RESUMEN.....</b>	<b>I</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXO .....</b>	<b>V</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	9
1.3 OBJETIVOS .....	10
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	10
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	10
1.4 ALCANCE .....	10
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>2 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1 ANTECEDENTES .....	11
2.2 MARCO TEÓRICO.....	12
2.2.1 Usos de la energía.....	12
2.2.2 Impactos ambientales de edificios.....	12
2.2.3 Sostenibilidad.....	13
2.2.4 Eco eficiencia.....	13
2.2.5 Desempeño de edificios.....	13
2.2.6 Construcción sostenible o bioconstrucción.....	14
2.2.7 Beneficios de construcciones sostenibles .....	15
2.2.8 Eficiencia energética .....	16
2.2.9 Retos energéticos en los bancos .....	17
2.2.10 Tipos de inmuebles bancarios .....	18
2.2.11 Distribución del consumo de energético en una agencia bancaria.....	19

2.2.12	Certificación energética de edificios.....	20
2.2.13	Factores que influyen en el consumo de recursos .....	22
2.2.14	Condiciones climáticas .....	23
<b>2.3</b>	<b>DEFINICIONES .....</b>	<b>25</b>
2.3.1	<i>Deslumbramiento.....</i>	<i>25</i>
2.3.2	<i>Ganancia de calor y protección solar .....</i>	<i>25</i>
2.3.3	<i>Envoltente de la edificación.....</i>	<i>25</i>
2.3.4	<i>Índice de reflectancia solar (SRI o IRS).....</i>	<i>25</i>
2.3.5	<i>Coefficiente de Ganancia de Calor Solar (SHGC).....</i>	<i>25</i>
2.3.6	<i>Coefficiente de sombreado (SC).....</i>	<i>25</i>
2.3.7	<i>Valor nominal R de aislamientos.....</i>	<i>26</i>
2.3.8	<i>Valor U- Coeficiente de transferencia de calor.....</i>	<i>26</i>
2.3.9	<i>Eficiencia de los sistemas de refrigeración.....</i>	<i>26</i>
<b>CAPÍTULO 3</b>		
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>27</b>
3.1	METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO .....	27
<b>CAPÍTULO 4</b>		
<b>4</b>	<b>DISEÑO DE LA GUÍA .....</b>	<b>29</b>
4.1	ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA DE UNA AGENCIA BANCARIA DE UNA SEMANA PROMEDIO (LUNES A DOMINGO).....	29
4.2	SISTEMA DE CALIFICACIÓN .....	35
4.3	CRITERIOS GENERALES .....	36
4.4	CRITERIOS PRELIMINARES .....	37
4.5	CRITERIOS DE DISEÑO CIVIL Y ARQUITECTÓNICO.....	39
4.6	MATERIALES .....	41
4.7	MITIGACIÓN DE LAS CARGAS DE CALOR SOLAR .....	42
4.8	ILUMINACIÓN .....	45
4.9	GESTIÓN DEL CONSUMO INTERNO DE ENERGÍA .....	47
4.10	AIRE ACONDICIONADO .....	47
4.11	ENERGÍA ALTERNATIVA.....	48

4.12 SISTEMA DE VERIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN .....	49
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>57</b>
<b>5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
5.1 CONCLUSIONES.....	57
5.2 RECOMENDACIONES.....	58
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	



## RESUMEN

El presente proyecto se realiza con la finalidad de establecer guías elementales sobre las normas de construcción que serán implementadas en todas las construcciones y remodelaciones de agencias bancarias en las zonas del Litoral Ecuatoriano.

Para la elaboración de la guía se consideraron los principales requerimientos descritos en las Normas Edge, Leed y NEC (Norma Ecuatoriana de construcción).

Para este estudio se ha analizado estadísticas de consumo de energía en las agencias bancarias donde se evidencia la ausencia de consideraciones técnicas en las fases del proceso constructivo y el incremento de consumos energéticos, por lo que se plantea el desarrollo de una guía de construcción y remodelación sostenible, con una visión de eficiencia energética que contribuye a futuro en la reducción de costos de consumo de energía y emisión de efectos de gases invernadero.

Esta guía se diseña de acuerdo a una situación actual en lo que se refiere a grandes remodelaciones o nuevas construcciones en agencias bancarias, en ellas se detalla cada uno de los componentes que establecen las normas de construcción sostenible, se describe y parametriza las puntuaciones necesarias para considerar una agencia energéticamente sostenible.

Se ha desarrollado una lista de chequeo tomando en consideración criterios generales desde el diseño de la obra, donde se incluyen desde los permisos administrativos, línea base, contaminación durante la etapa de construcción como en las remodelaciones mayores. Se hace un estudio de la localización de la nueva construcción tomando en cuenta la ubicación, orientación y forma de la edificación, ya en la etapa del envoltente o partes que involucran su construcción se consideran los materiales y recursos que se van a utilizar, los aislamientos de techos, paredes, tipos de vidrio, confort térmico y acústico, fuentes de luz natural y el consumo de energía interno de cada agencia.

Si bien es cierto que el consumo de la energía en su mayor parte es por el sistema de climatización, en el Litoral se sugiere equipos con eficiencia energética y menor consumo.

Por último, se plantean fuentes de energía renovable como los paneles solares para reducir el consumo de energía eléctrica.

## ABREVIATURAS

BMS	Building Management Systems (sistema de gestión de edificios)
COP	Coeficiente de rendimiento
EER	Energy efficiency ratio
IIGE	Instituto de Investigaciones Geológicas y energéticas
IF	Institución Financiera
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas -
kWh	Kilo watio por hora
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
NEC	Norma Ecuatoriana de construcción
SEER	Seasonal energy efficiency ratio
SHGC	Coeficiente de ganancia térmica solar
USGBC	US Green Building Council
W/(m <sup>2</sup> ·K)	Vatios por metro cuadrado-Kelvin
WWR	Relación ventana pared

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Diagrama de desarrollo de tesis	7
Figura 2.1 Factores que determinan el uso de la energía	12
Figura 2.2 Gestión de recursos básicos: mala (izquierda) y buena (derecha)	14
Figura 2.3 Pirámide de ahorro energético	16
Figura 2.4 Representación de la gestión sistemática de la energía	17
Figura 2.5 Tipos de edificios bancarios	18
Figura 2.6 Consumo de energía por aplicación	19
Figura 2.7 Objetivos de los métodos de evaluación para la categoría energía	20
Figura 2.8 Requerimientos de la categoría Energía	20
Figura 2.9 Condiciones climáticas.	23
Figura 3.1 Fases de desarrollo	27
Figura 4.1 Tendencia de consumo de energía por sistemas de lunes a miércoles	30
Figura 4.2 Tendencia de consumo de energía por sistemas de jueves a viernes	31
Figura 4.3 Tendencia de consumo de energía por sistema para fin de semana	32
Figura 4.4 Análisis mensual del uso de electricidad en una agencia bancaria	33
Figura 4.5 Mecanismo de Inercia Térmica	42
Figura 4.6 Coeficientes de amortiguamiento y desfase para materiales del techo y Pared	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficios de las construcciones sostenibles	15
Tabla 2 Comparación de certificación LEED y EDGE	21
Tabla 3 Estándares de certificación USGBC	22
Tabla 4 Zona climáticas según rango de temperatura	24
Tabla 5 Consumo de energía año 2019 -CNEL	34
Tabla 6 Consumo de energía año 2020 -CNEL	34
Tabla 7 Porcentaje de cumplimiento para agencia sostenible en base a la guía establecida	35
Tabla 8 Puntuación de cumplimiento para criterios generales	37
Tabla 9 Puntuación de cumplimiento para los componentes de localización	38
Tabla 10 Porcentaje de reflexión de radiación solar en función del color de la superficie	39
Tabla 11 Puntuación de cumplimiento para componentes de envolvente	40
Tabla 12 Puntuación de cumplimiento para componentes de Materiales y recursos	41
Tabla 13 Tipo de aislamiento	43
Tabla 14 Espesor según tipo de aislamiento para obtener un valor U de 45 w/m <sup>2</sup> k	43
Tabla 15 Reflectividad solar por materiales para Pared	44
Tabla 16 Reflectividad Solar por materiales para techo/cubierta	44
Tabla 17 Puntuación de cumplimiento para reflectividad solar por materiales para pared	45
Tabla 18 Puntuación de cumplimiento para luz artificial	46
Tabla 19 Puntuación de cumplimiento para medidas de gestión de consumo de energía	47
Tabla 20 Puntuación de cumplimiento para los componentes de Aire acondicionado	48
Tabla 21 Sistema de calificación y verificación en la construcción y remodelación de agencias	49

## ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Información general de la agencia monitoreada.....	62
Anexo 2 Estimación de ahorro con implementación de energía solar .....	63
Anexo 3 Evaluación y la verificación de un proyecto próximo a ejecutarse como una remodelación mayor. ....	64

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUCCIÓN

Las Instituciones bancarias son también consideradas de forma directa como instituciones financieras (IF) se dedican básicamente a la captación de depósitos y otorgamiento de préstamos, entre otras actividades (MP, 2012). Las IF tienen un compromiso en su mayoría financiero, pero también social, económico y ambiental con sus colaboradores, inversionistas, clientes y con las comunidades en donde realizan todas las operaciones (PNUMA-CAF, 2016). Este grupo de instituciones bancarias realiza su planificación anual con base al presupuesto y la necesidad de la atención de los clientes y estudio de mercado en el cronograma de la planificación anual se ejecutan proyectos para la construcción de nuevas agencias, remodelaciones o traslados.

De acuerdo con Balbis et al. (2017), indica que en las edificaciones indica que el alto consumo energético se debe al uso de los sistemas de climatización, sobre todo en climas cálidos los sistemas de enfriamiento son responsables del 60 % y el 40% en sistemas de calefacción del consumo eléctrico. Por otra parte los residuos relacionados durante la construcción forman un porcentaje mayoritario del contenido en los vertederos (Osso et al., 1996).

En las instituciones bancarias la energía eléctrica es un recurso predominante y fundamental para el desarrollo de las actividades del día a día; lo que genera un alto consumo por este concepto, este uso de energía depende de la dimensión y proyecto a construir; así como el clima de acuerdo con las regiones en las que se localicen (Minvivienda, 2015).

Las empresas, instituciones incluso los países son más competitivos a medida que se mejora la forma en que se utilizan los recursos, al utilizarse de forma eficiente se reduce el consumo de recursos por la unidad del producto o por el servicio prestado (MAE, 2012), de esta forma que obtienen iguales o mayores beneficios con menor consumo de recursos; no obstante, para obtener un uso racional de estos, es trascendental que los criterios y normas técnicas determinadas, sean integradas en las instituciones, organizaciones y empresas, con políticas y guías internas, así como en la vida diaria de los colaboradores.

Los conceptos de desarrollo sostenible, aplicados en el diseño, construcción y operación de agencias o edificios, pueden optimizar tanto el bienestar económico como la salud ambiental, agregando beneficios, ahorro de recursos y eficiencia energética, construcción y materiales sustentables y saludables, uso ecológico y social de la tierra, eficiencia en la transportación y fortalecimiento de las economías y comunidades locales (Osso et al., 1996).

Las medidas que se adopten en la fase preliminar de diseño y construcción en agencias y edificios pueden perturbar significativamente los costos y eficiencias de las fases posteriores, por ello, las medidas adoptadas durante la construcción o remodelación de establecimientos energéticamente eficientes pueden resultar en ahorros operativos significativos en la construcción, así como aumentos en la productividad de los empleados (Rosenberg & Blust, 2006).

En la figura 1.1 se detalla el desarrollo de la investigación de este proyecto, ante la falta de un apartado en el manual de construcciones donde se describa las características técnicas sobre la parte constructiva que contribuyan a la construcción de agencias energéticamente sostenibles

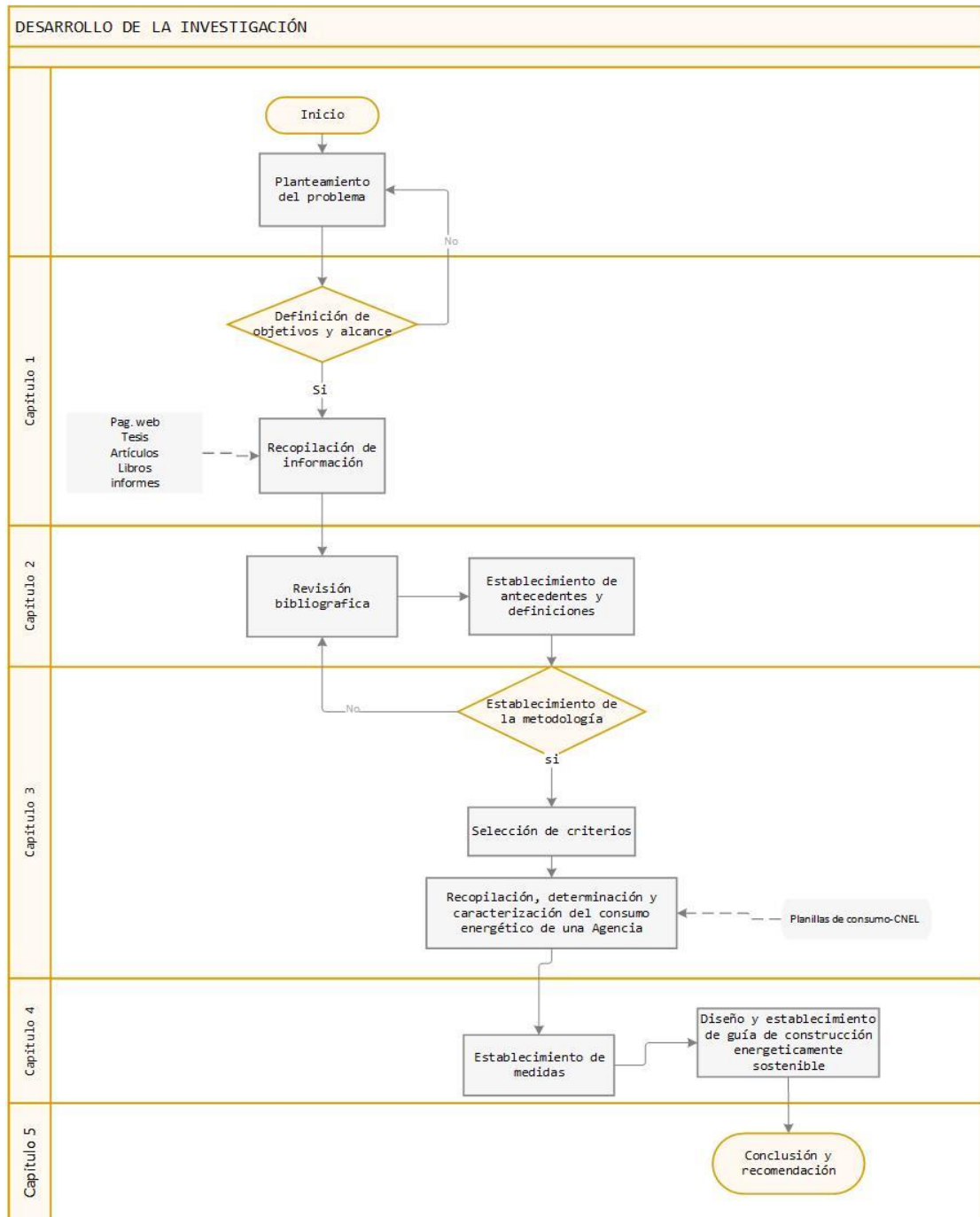


Figura 1.1 Diagrama de desarrollo de tesis  
Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

## 1.1 Planteamiento del problema

“De forma global las agencias o edificaciones usan una gran cantidad de recursos y emiten diferentes tipos de material contaminante” (Ministerio Vivienda Ciudad Territorio, 2015). De acuerdo con (NEC-11, 2011), de acuerdo a datos del balance energético nacional del 2019 del Instituto de Investigaciones Geológico y Energético (IIGE, 2019) el sector comercial /servicios públicos representa el tercer mayor consumidor de electricidad después del sector industrial y el sector residencial.

La energía eléctrica en la actualidad es uno de los principales contrafuertes de progreso de las comunidades, esta es usada en el diario vivir en variadas actividades que desarrolla el ser humano. Las empresas e industrias son grandes consumidoras de energía para prestar bienes y servicios a la sociedad, y en estos momentos disponen de opciones factibles para reducir su consumo energético, mediante acciones que favorecen además la reducción de gastos, el aumento de la competitividad y la innovación tecnológica (OPTIMAGRID, 2008).

Según los datos analizados por Energy Intelligence by Spacewell DEXMA (2020), basados en lecturas de consumos energéticos del sector bancario, se estima que el gasto energético anual a nivel mundial para el sector supera los 10.000 millones de euros; en el cual, las sucursales son responsables del 90% del consumo energético de los bancos.

El problema de los altos consumos de energía eléctrica en las instalaciones bancarias depende de factores como el tamaño, diseño de la edificación y climatización de acuerdo con las regiones en las que estas se encuentren (Ministerio Vivienda Ciudad Territorio, 2015).

De acuerdo con la información sobre las normas de construcción interna y las estadísticas de consumo de energía en las agencias bancarias se evidencia la ausencia de consideraciones técnicas en todas las fases del proceso constructivo y el incremento de consumos energéticos, por lo que se plantea el desarrollo de una guía de construcción y remodelación sostenible, con una visión de eficiencia energética que contribuye a futuro en la reducción de costos de consumo de energía y emisión de efectos de gases invernadero.



## 1.2 Justificación

De forma global la industria de la construcción y la operación de edificios utilizan una gran cantidad de recursos (Minvivienda, 2015); y aportan cerca del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero, por ello, surge la necesidad de ofrecer entornos saludables y responsables con el medio ambiente (Rocha, 2011).

La sostenibilidad atiende las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantiza el equilibrio entre el crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social (Estévez, 2013).

La eco eficiencia se encuentra estrechamente ligada con el desarrollo sostenible debido a que equivale a optimizar tres objetivos: crecimiento económico, equidad social y valor ecológico, que lleva a agregar valor a los productos y servicios, reduciendo el uso de materias primas y generando menos contaminación mediante un sistema de prevención de riesgos, procedimientos ecológicos y económicamente eficientes (Minvivienda, 2015).

El objetivo de la construcción sostenible consiste no solo es reducir las emisiones globales de CO<sub>2</sub> sino también reducir los costos de energía durante la operación y mantenimiento; incrementando la productividad y bienestar de los habitantes del edificio; reducir los residuos y también la contaminación (Osso et al., 1996).

De acuerdo con MINAM (2009), “a través del proceso de diseño, planeación y construcción de un edificio de oficinas, agencias, edificios, planta industrial o centro de operaciones industriales se deben tomar importantes decisiones respecto a su impacto ambiental a corto, mediano y largo plazo”.

Con base a lo anterior expuesto, el presente trabajo representa una oportunidad de mejora en la construcción y remodelación de agencias bancarias, con el propósito de reducir en gran medida la demanda de energía eléctrica; reducir las emisiones de GEI, aumentar el empleo de las energías renovables y mejorar el confort de los ocupantes.

## **1.3 Objetivos**

### 1.3.1 Objetivo general

- Diseñar una guía para la construcción de agencias bancarias energéticamente sostenibles.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar la caracterización energética de agencias bancarias.
- Establecer medidas adecuadas de eficiencia energética con base a normas de estandarización y guías técnicas de certificación.
- Establecer una guía de construcción sencilla y comprensible para que el departamento de construcciones pueda ejecutar cualquier tipo de obras considerando los temas de eficiencia energética y ahorro de energía.

## **1.4 Alcance**

El presente trabajo plantea el diseño de una guía de construcción y/o remodelación de agencias energéticamente sostenibles dirigida a la región costa, esta guía servirá como herramienta para el departamento de “diseño y construcción” en la aplicación de medidas para reducir el consumo de energía, las cuales se aplicarán de forma paulatina en actuales y futuras instalaciones de la entidad financiera desde una nueva construcción, adecuación y remodelación de agencias o edificios administrativos.

## CAPÍTULO 2

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

En el proyecto de estudio de Andrés (2012), denominado “caracterización del consumo de energía y potencial de ahorro energético en el sector bancario español”, tiene como objetivo analizar el comportamiento energético de un grupo financiero identificando a través de auditorías energéticas y de las sucursales con potencial de ahorro de energía; se obtuvo como resultado que cuanto mayor es el número de personas que atienden el área de cajas, mayor es el consumo generado, en cuanto a los sistemas de iluminación es preponderante utilizar lámparas fluorescentes de diferentes potencias dependiendo del sitio donde se encuentran. También se hace referencia a los equipos de tecnología que permanecen conectados durante toda la jornada laboral o incluso fuera de ella, son otro de los ejes de consumo importante; en cuanto las zonas climatizadas corresponden a las operaciones, oficinas y área de bóveda y si la superficie a climatizar es más grande, el consumo de climatización incrementa.

En conclusión, la energía consumida principalmente es destinada al uso de climatización e iluminación con un promedio de 30-61 % y 23- 46 % respectivamente. Se estima que la implementación de medidas de eficiencia energética generarían un ahorro de energía de 64 millones de kWh/año, y una reducción respecto al consumo del 2011 de un 35% aproximadamente (Andrés, 2012).

Según los criterios de Spyropoulos & Balaras (2011), la aplicación de eficiencia energética en edificaciones consignadas al sector bancario tiene sus limitaciones bien marcadas. En la segregación de los diferentes usos finales de energía se observa que el sistema de climatización promedia el 48% del consumo final de energía, la iluminación promedia el 35% y otros equipos de oficina y electrónicos promedian el 17%. Las medidas de conservación energética más eficaces alcanzan un ahorro energético anual de 56 kWh/m<sup>2</sup> mediante la regulación de la temperatura del punto de ajuste inferior mientras que el uso de balastos electrónicos HF y lámparas CFL puede ahorrar unos 22 kWh/m<sup>2</sup> y 29 kWh/m<sup>2</sup> con y sin el uso de letreros.

Daza (2010), contribuye con su estudio que hay poca investigación y aplicación práctica de construcción sostenible en edificios por la falta de conocimientos sobre la importancia de esta actividad, lo cual es un problema cultural que se presenta en todos los países en desarrollo, las prácticas aplicadas a edificios sostenibles ayudan a reducir los impactos ambientales, y a obtener beneficios económicos en todas las etapas del ciclo de vida de un edificio sostenible; en Quito se encuentra edificios de mejor desempeño ambiental como el edificio corporativo de Ecuador Bottling Company Corp, que es considerado como un edificio sostenible, a pesar de las complicaciones en el proceso de certificación por no cumplir los requisitos por la diferencia de localidad

## 2.2 Marco teórico

### 2.2.1 Usos de la energía

El uso de energía en un edificio está determinado según la figura 2.1 por el flujo de características donde interviene la ubicación y construcción, el lugar y su clima, la forma del edificio, los servicios que se vayan a ofrecer, la cultura y el comportamiento de los ocupantes, la cantidad de equipos y la tecnología que tengan, y finalmente la gestión que realice el edificio.

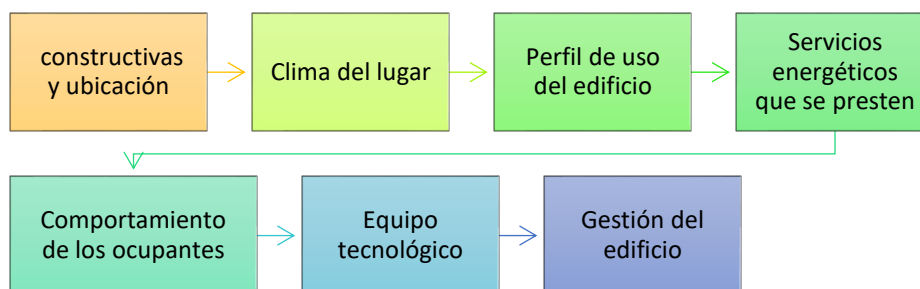


Figura 2.1 Factores que determinan el uso de la energía

(Borroto & Sánchez, 2008).

Por diversas ocasiones se subestima el influjo de la gestión en el consumo de energía y se absolutiza el papel del diseño del edificio y de las tecnologías eficientes (Borroto & Sánchez, 2008).

### 2.2.2 Impactos ambientales de edificios

Los inmuebles comerciales, residenciales entre otros; independientemente del tamaño (grandes o pequeñas), forma parte de una importante generación de emisiones que contribuye al cambio climático, mediante convirtiéndose esto en un reto clave para la industria de la construcción e inmobiliario, debido al carbono incorporado en cada fase del desarrollo del proyecto; desde la fabricación de los materiales y productos utilizados en la construcción, construcción de edificios, el remplazo de materiales, operación de inmueble por la combustión de los vehículos emisión de ruido excesivo, residuos, contaminación del agua y aire, contaminación del interior de edificios, islas de calor y ruido; y el final de su vida útil (Waldman et al., 2020).

Del 40 % de emisiones que aporta la construcción y operación de edificios, solo la industria durante la fabricación de los materiales, transporte de estos y construcción durante el uso de los materiales, etc., contribuye al 19% de las emisiones totales, incluyendo las emisiones indirectas agrupadas con el consumo eléctrico (Yahyane, 2019). Durante el funcionamiento de una edificación se consume un valor máximo del 70% de la energía eléctrica, al mismo tiempo el sistema hidrosanitario constituye el mayor consumo de agua, y la generación de enormes cantidades de basura; y una vez concluida su vida útil, son frecuentemente demolidos y la mayoría de sus componentes van a los rellenos sanitarios (Rocha, 2011).

El impacto que puede generar en el medioambiente la construcción o la reforma de un edificio ha promovido el impulso en todo el mundo de acreditaciones que califiquen su calidad y eficiencia energética.

### **2.2.3 Sostenibilidad**

Cáceres (1996), citado por Alavedra et al.(1997), expresa que “la Sostenibilidad consiste en la adaptación del entorno de los seres humanos a un factor limitante: la capacidad del entorno de asumir la presión humana de manera que sus recursos naturales no se degraden irreversiblemente”.

La sostenibilidad tiene en cuenta los efectos que la construcción producirá en las personas que viven y/o trabajadores en los edificios tratando de implementar la conservación de recursos (materiales, agua, energías), principios de reciclaje, análisis de la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas (Alavedra et al., 1997)

Ramírez (2009), indica que para exista la sostenibilidad en una construcción es necesario reducir la generación de residuos y las emisiones GEI, para lo cual es necesario, el uso racional de agua y energía; protección al medio ambiente en el que se asienta el inmueble de manera que se incremente la calidad y salud de vida.

### **2.2.4 Eco eficiencia**

De acuerdo con World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) citado por Minvivienda (2015), indica que el concepto de ecoeficiencia es "proporcionar bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfaga las necesidades humanas y la calidad de vida, al tiempo que reduzca progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga estimada del planeta".

### **2.2.5 Desempeño de edificios**

El desempeño ambiental de los edificios se encuentra ligado con el ciclo de vida de las agencias o edificaciones. Según el Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (2016), citado por Brenner et al. (2019), indica que el desempeño ambiental es el conjunto de requisitos ambientales establecidos en función de cubrir la necesidades humanas, respetando la calidad visual, ventilación, luminosidad, condiciones térmicas y aislamiento acústico.

Por otra parte, Rosenberg & Blust (2006), indica que el ejercicio energético toma en cuenta la planificación y construcción de edificios, para ello existen dos etapas diferentes que son el diseño y la ejecución de la obra. En la primera etapa la aplicación de soluciones es más fácil y económica, puesto que, durante el diseño el uso de componentes con mejor de rendimiento proporciona un buen desempeño; considerando que las emisiones de un edificio aumentan gradualmente con el tiempo, disminuyendo el desempeño inicial de los edificios, de este modo, si desempeño inicial es óptimo, las emisiones aumentarán a medida que el desempeño decaiga; esta tendencia puede reintegrarse periódicamente, mediante un ajuste que identifica las ineficiencias y restaura los niveles más altos de desempeño (Rosenberg & Blust, 2006).

## 2.2.6 Construcción sostenible o bioconstrucción

Se describe como una construcción sostenible aquella que está en interacción con el sitio, utiliza energía, agua y materiales de un modo eficiente; provee confort y salud a sus usuarios. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación (MINAM, 2009).

En la figura 2.2 se describe la gestión de recursos básicos utilizados de forma correcta y los que están siendo no utilizados ni aprovechados.

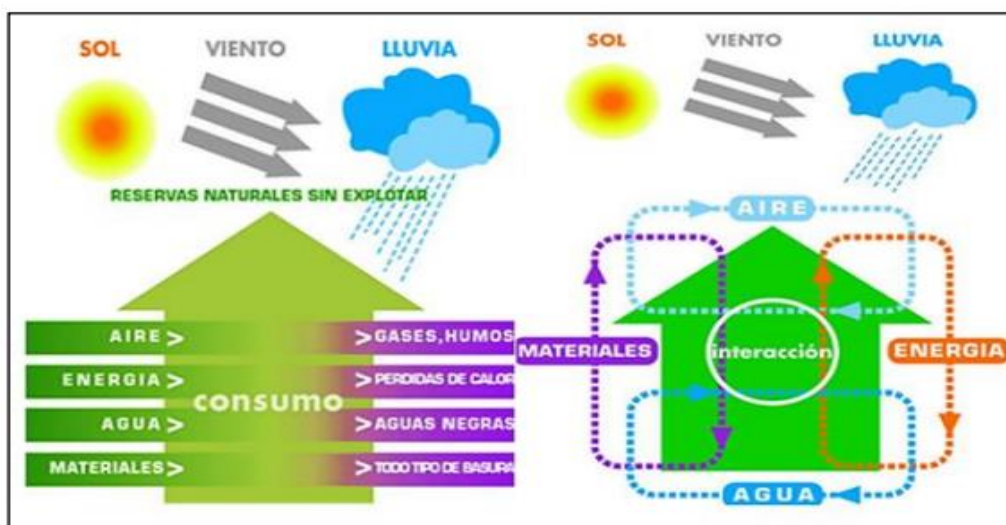


Figura 2.2 Gestión de recursos básicos: mala (izquierda) y buena (derecha)  
Fuente: (Yahyane, 2019).

De acuerdo a la USGBC citado por MINAM (2009), una construcción sostenible es aquella que minimiza o elimina el impacto negativo de edificaciones en el medio ambiente ocupándose de cinco áreas: Planeación sostenible del sitio/ terreno; atención y eficiencia en el uso del agua; eficiencia en el uso de energía y uso de energías renovables; preservación de materiales y recursos; calidad del ambiente interior.

### 2.2.7 Beneficios de construcciones sostenibles

La construcción sostenible de edificaciones trae consigo diferentes beneficios ambientales como conservar los recursos naturales, reducir la cantidad de residuos, mejorar la calidad del aire y agua; beneficios económicos, como optimizar el rendimiento económico del ciclo de vida, mejorar la productividad y satisfacción de los empleados, reducir los costos operativos y mejorar el valor de los activos; por último beneficios a la salud y comunidad, mejora la comodidad de los ocupantes así como la calidad del aire, confort térmico y acústico, reduce la presión sobre la infraestructura local (tabla 1).

Tabla 1 Beneficios de las construcciones sostenibles

<b>Beneficios para los constructores</b>	<b>Beneficios para los ocupantes</b>	<b>Beneficios para los inversionistas o propietarios</b>
Mayores precios de venta.	Mejor calidad de vida.	Mayor valorización de la obra.
Ahorros fiscales (IVA y beneficios tributarios).	Mejor salud y confort.	Retornos de inversión más cortos.
Ahorros financieros por tasas preferenciales en créditos bancarios.	Menores costos operativos.	Mayores niveles de ocupación.
Menores tiempos en procesos de venta o renta.	Menores costos de mantenimiento.	Tasas hipotecarias preferenciales.
Mayor valorización de la obra.	Mayor productividad.	Incremento en cánones de arrendamiento.
Retornos de inversión más cortos.	Compromiso social y ambiental.	Menores riesgos asociados al cambio climático.
Mayores niveles de ocupación.		Mejor reputación.
Mejor reputación.		Compromiso social y ambiental.
Compromiso social y ambiental		

Fuente:(Angarita, 2020).

Los edificios sostenibles cubren un amplio rango de aspectos, los más típicos según (MINAM, 2009) son:

- Eficiencia energética y del agua.
- Materiales de construcción de baja energía
- Calidad del ambiente interior
- Sostenibilidad del emplazamiento
- Edificaciones del entorno exterior
- Sostenibilidad urbana

### 2.2.8 Eficiencia energética

De acuerdo con la CEPAL (2016), “La eficiencia energética es el conjunto de acciones que reconocen el mayor aprovechamiento en el uso de la energía en todas sus formas, con la finalidad de obtener productos y servicios destinados a lograr beneficios sociales, económicos y ambientales de todos los sectores del país”.

La implementación de medidas destinadas al uso eficiente de la energía, contribuye en la reducción de costos, haciendo que las industrias fomenten la competencia y la rentabilidad; y desde la figura ambiental el ahorro de energía, atenúa los efectos del cambio climático y apoya a la disminución de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) lo cual facilita una oferta más eficiente, y disminuye la dependencia de los combustibles fósiles; consiguiendo una mejor planificación y diversificación de la matriz energética de los países (CEPAL, 2016).

La eficiencia energética se logra aplicando la pirámide de ahorro de energía como se muestra en la figura 2.3, la cual indica que las mejoras más sencillas son aquellas que requieren un menor inversión, y las más avanzadas requieren mayor inversión (DEXMA, 2020).



Figura 2.3 Pirámide de ahorro energético  
Fuente: (DEXMA, 2020)



La gestión energética es una necesidad dentro de las empresas, mediante la gestión integral y planificada de la energía se obtiene una reducción significativa del consumo y costos en la empresa; en la figura 2.4 se muestra la tendencia de consumo de energía en la implementación de un sistema de gestión energética.

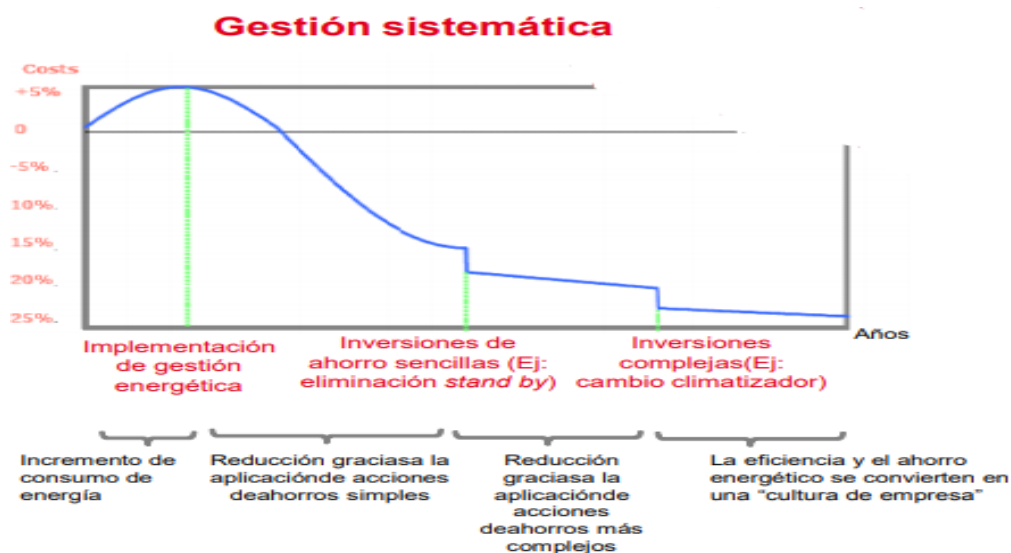


Figura 2.4 Representación de la gestión sistemática de la energía

Fuente: (DEXMA, 2020)

### 2.2.9 Retos energéticos en los bancos

Las entidades bancarias para disminuir su consumo de energía y convertirse en una entidad sostenible se enfrentan a los siguientes retos energéticos:

- Los servicios y productos bancarios dependen energéticamente de la tecnología digital y electrónica para la transformación digital del sector;
- Variación de los precios de la energía, para lo cual, el responsable de la gestión energética de la organización debe realizar esta valoración y planificación;
- Identificación del potencial de ahorro energético de cada uno de los inmuebles que posee una entidad bancaria, es una tarea compleja, donde se debe considerar que las entidades financieras poseen sucursales, cajeros y oficinas centrales ubicadas en zonas geográficas distintas (multi-localización); y cada uno de estos ofrece diferentes actividades y tendrán instalados diferentes tipos de equipos según sus particularidades, donde cada edificio es "un traje a la medida" y el consumo energético es diferente para cada una de ellas;
- Pese a contar con un buen plan de mantenimiento de los edificios del sector bancario, es necesario asegurar el ahorro de energía, a través de la adecuada

implementación de metodologías de mantenimiento predictivo, basado en la medición y monitorización del estado de las instalaciones para ahorrar costos; de forma que se garantice el confort de los empleados y cliente;

- Falta de exigencias legales y regulación del consumo energético para fomentar la Sostenibilidad.
- Aplicar tecnologías desarrolladas que permitan el análisis de grandes volúmenes de datos, permitiendo reducir los costos operacionales, a la vez que garantizan seguridad, fiabilidad de los datos.

### 2.2.10 Tipos de inmuebles bancarios

Las entidades del sector financiero tienen comportamientos diferentes con respecto a los tipos de edificios, descritos en la figura 2.5

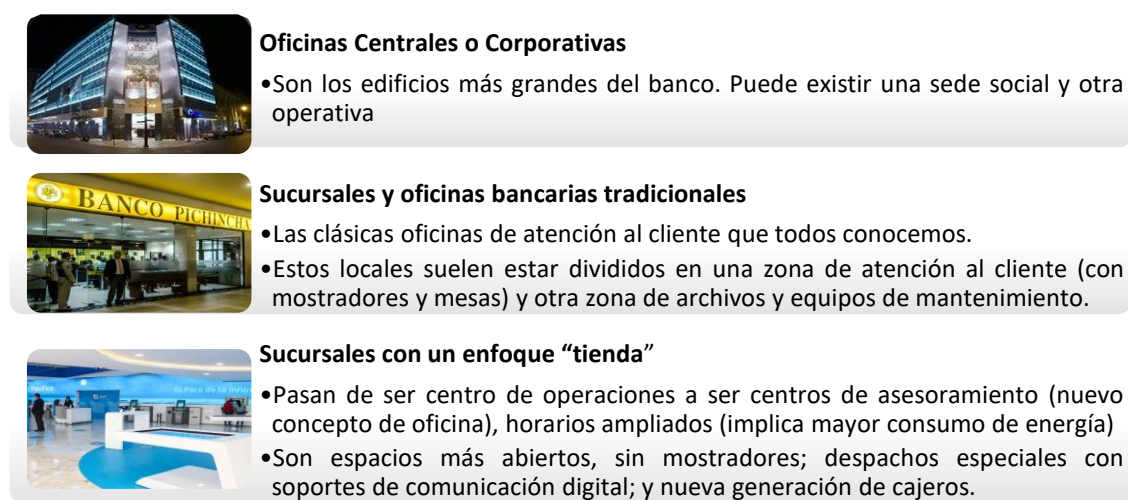


Figura 2.5 Tipos de edificios bancarios

Fuente: (DEXMA, 2020).

El presente estudio se encuentra centrado en inmuebles bancarios tradicionales, en el cual se dividen en distintas áreas de atención de clientes.

### 2.2.11 Distribución del consumo de energético en una agencia bancaria

De acuerdo a Andrés (2012), el consumo energético de una sucursal bancaria se encuentra distribuido como se muestra en la figura 2.6;

1. Sistemas de climatización: dentro de este grupo se incluye ventiladores, acondicionadores de aire; son uno de los principales consumidores de energía dependiendo de la estación del año;
2. Sistemas de iluminación: de este dependen la productividad y confort de los usuarios del edificio, además de una proporción importante del costo energético.
3. Equipos tecnológicos: son aquellos equipos necesarios para el desarrollo adecuado de las actividades en la entidad, como uso de computadoras, tablets, móviles, cuartos de equipos (rack de comunicaciones y enlaces)
4. Otros equipos en el cual se consideran los sistemas de automatización y de seguridad: uso de tecnologías de automatización de edificios conocidos como BMS o BAS: cámaras, control de accesos, alarmas, etc. (Andrés, 2012).

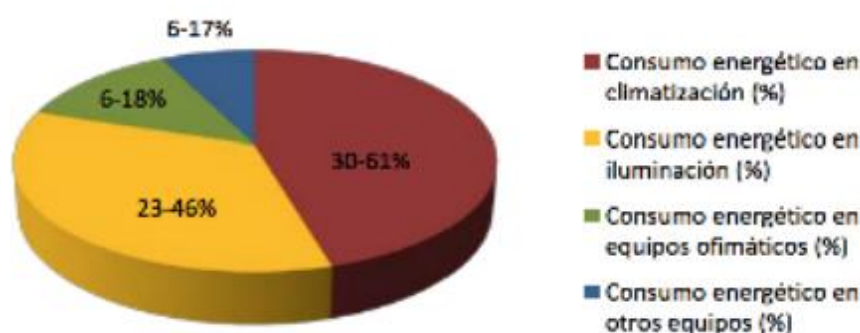


Figura 2.6 Consumo de energía por aplicación

Fuente: (Andrés, 2012)

Los consumos se pueden determinar principalmente por las regiones climáticas en la que se encuentre la sucursal u oficina bancaria; también de la superficie o área que va hacer ocupada y la antigüedad de la construcción. En cuanto el caso de la climatización, del total de superficie útil de las agencias bancarias, las zonas climatizadas en su mayoría corresponden al negocio y operaciones bancarias, oficinas individuales y el sector de cajas donde los clientes realizan la fila para ser atendidos (Andrés, 2012).

### 2.2.12 Certificación energética de edificios

La certificación energética en edificios radica en proporcionar una información objetiva referente a las características energéticas de los edificios; limitación de las emisiones de CO<sub>2</sub>, conservación de la calidad del ambiente interno y el uso adecuado, racional de los recursos naturales. (Rey & Velasco, 2006).

A nivel global se han ido desarrollando distintos métodos de evaluación, entre los más representativos se encuentran: Breeam (Reino Unido), Leed (EEUU), Casbee (Japón), Qualitel (Francia) y Verde (España) (Guillén et al., 2015).

De acuerdo con (Guillén et al., 2015), “La evaluación energética en un edificio es uno de los temas más calificados en la certificación de viviendas con respecto a otras categorías”; donde el objetivo común de eficiencia energética se ajusta principalmente en optimizar y reducir el consumo energético, pero en algunos también buscan cumplir con otros objetivos adicionales como se muestra en la figura 2.7 y 2.8 (Guillén et al., 2015).

LEED	BREEAM	VERDE	CASBEE	QUALITEL
Mejorar la eficiencia energética en todo el edificio y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.	Evaluar el impacto medioambiental de las edificaciones y servir de referencia para una construcción más sustentable.	Evaluar la reducción de los impactos del edificio en cada etapa del ciclo de vida de la edificación.	Evaluar y calificar la actuación medioambiental de las edificaciones.	Reducir el efecto invernadero y el consumo de energía convencional

Figura 2.7 Objetivos de los métodos de evaluación para la categoría energía  
Fuente: (Guillén et al., 2015).

LEED	BREEAM	VERDE	CASBEE	QUALITEL
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendimiento energético.</li> <li>- Aislamiento - Infiltración de aire</li> <li>- Ventanas</li> <li>- Sistemas de distribución de calefacción y refrigeración</li> <li>- Equipos de calefacción y refrigeración de espacios</li> <li>- Agua caliente sanitaria</li> <li>- Iluminación</li> <li>- Electrodomésticos</li> <li>- Energía renovable</li> <li>- Manejo de refrigerante residencial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iluminación exterior</li> <li>- Tecnologías bajas en carbono</li> <li>- Ascensores</li> <li>- Electrodomésticos</li> <li>- Tasa de emisión de la vivienda</li> <li>- Envoltente térmica del edificio</li> <li>- Iluminación interna</li> <li>- Iluminación de zonas comunes</li> <li>- Espacio de secado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energía no renovable (ENR) en materiales de construcción</li> <li>- ENR en transporte de materiales</li> <li>- Consumo de ENR en fase de uso del edificio</li> <li>- Demanda de energía eléctrica</li> <li>- Producción de energías</li> <li>- Emisión de sustancias foto oxidantes en procesos de combustión renovables en parcela</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carga térmica en edificios</li> <li>- Utilización de energía natural</li> <li>- Eficiencia en sistemas de servicios del edificio</li> <li>- Manejo eficiente (monitorización)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iluminación de espacios no privados</li> <li>- Iluminación locales privados</li> <li>- Equipos</li> <li>- Estudio térmico</li> <li>- Niveles de rendimiento energético</li> </ul>

Figura 2.8 Requerimientos de la categoría Energía  
Fuente: (Guillén et al., 2015).

LEED y EDGE son certificaciones de construcción ecológica proporcionadas por GBCI (Green Building Certification Institute), por lo que el proceso de certificación de cada programa se considera similar en términos generales, pero estos difieren en términos de orientaciones y categorías que se utilizan durante la evaluación del desempeño ambiental de los proyectos, de esta forma en la certificación LEED considera 8 categorías mientras que la EDGE incluyen tres categorías, donde se evalúa desde nuevas construcciones y renovaciones; involucra el ciclo de vida completo de una edificación, desde la etapa del diseño y la construcción hasta el funcionamiento y el mantenimiento, los acondicionamientos realizados por los inquilinos y las modernizaciones importantes (Portela et al., 2010)

En la tabla 2 describe las certificaciones LEED y EDGE con el contenido de las categorías y resultados que se obtienen al obtenerlas.

Tabla 2 Comparación de certificación LEED y EDGE

<b>Certificación</b>	<b>Proporcionadas</b>	<b>Categorías de evaluación</b>	<b>Resultados</b>
<b>LEED</b>	GBCI	Sitios sostenibles, eficiencia del agua, energía, materiales y recursos, calidad interior, innovación y prioridad regional	Cuatro certificaciones: 40-49 Certificado 50-59 Plata 60-69 Oro 80 > Platino
<b>EDGE</b>	GBCI	Energía, agua y materiales	EDGE Certified. 20% en energía, agua y en energía incorporada en los materiales. EDGE Advanced 40% en energía; 20% del ahorro de agua y energía incorporada en los materiales Zero Carbon 100% en energía y 20% del ahorro de agua y energía incorporada en los materiales

Fuente: BREEAM® (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology)

LEED es lo suficientemente flexible como para aplicarlo a diferentes tipos de edificios, tanto comerciales como residenciales como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3 Estándares de certificación USGBC

<b>Leed-NC:</b>	Edificios de nueva planta y grandes remodelaciones (enfocado principalmente a los edificios de oficinas), es un sistema de clasificación de edificios sostenibles diseñado para guiar y distinguir a los edificios de oficinas e institucionales de alta eficiencia (Portela et al., 2010).
<b>Leed-EB:</b>	Toma en cuenta el funcionamiento y mantenimiento en edificios existentes, con el objetivo de maximizar la eficiencia del funcionamiento y mantenimiento del edificio, así como, reducir los impactos derivados de estos, aumentando el bienestar (Portela et al., 2010).
<b>Leed-CI</b>	Remodelaciones de interiores, los créditos se enfocan específicamente en aspectos que probadamente contribuyen a la productividad del empleado; 1º confort térmico, 2º acceso a la luz del día y vistas al exterior, 3º minimizar los contaminantes interiores, 4º control de la iluminación y la temperatura, el cual busca la mejora de los espacios de los inquilinos o en remodelaciones menores (Portela et al., 2010).
<b>Leed-H: viviendas unifamiliares.</b>	Es una herramienta muy necesaria para los constructores, los propietarios y los gobiernos locales para construir lugares medioambientalmente responsables, saludables y eficientes en recursos para vivir. Leed-h se encuentra en la fase piloto (Portela et al., 2010)
<b>Leed-ND:</b>	Integra los principios de: crecimiento inteligente, urbanismo y sostenibilidad en el medio construido en el primer estándar para el proyecto y construcción de urbanizaciones (Portela et al., 2010).

Fuente: BREEAM® (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology)

### 2.2.13 Factores que influyen en el consumo de recursos

Los edificios representan el 40% de la energía y el 16% del agua utilizada anualmente a nivel mundial; los factores que influyen en el consumo de recursos (agua, energía) en agencias y edificios cuyas actividades son mayormente administrativas son:

- Los colaboradores: estos juegan un papel importante en el ahorro de energía, que mediante el cambio de hábitos en el comportamiento a través de capacitación se llega la eficiencia, evitando así el desperdicio innecesario de energía; por lo cual se debe considerar el número de personas y el tiempo que ocupan en el edificio
- Edificación: la distribución del espacio de trabajo es importante para reducir el consumo de energía; esto se logra aprovechando la luz natural y ventilación; también es importante que existan controles y regulación de las instalaciones eléctricas en el edificio.
- Equipos utilizados: el uso de equipos obsoletos con un alto consumo.
- Zonas Climáticas: el clima es un factor que determina las medidas a implementar en edificaciones para reducir el consumo de energía.

### 2.2.14 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas están dadas por la ubicación geográfica, y pueden categorizarse en condiciones macro-climáticas y micro-climáticas (figura 2.9).

Condiciones Macroclimáticas	Se originan por la pertenencia a una latitud y región determinada, cuyas variables ambientales son:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperaturas medias, máximas y mínimas.</li> <li>Humedad relativa.</li> <li>Radiación solar.</li> <li>Dirección y velocidad del viento.</li> <li>Niveles de nubosidad.</li> <li>Pluviometría</li> </ul>
Condiciones Microclimáticas	Surgen de la existencia de accidentes geográficos locales que pueden modificar las anteriores condiciones de forma significativa; las más relevantes son:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pendiente del terreno.</li> <li>Montañas o colinas aledañas que actúan como barrera a la radiación solar o modifican la dirección y velocidad del viento.</li> <li>Masas de agua cercanas incrementan la humedad del ambiente.</li> <li>Masas boscosas cercanas.</li> <li>Contexto urbano, representado por edificios cercanos, calles, aceras, parques, etc.</li> </ul>

Figura 2.9 Condiciones climáticas.

Fuente: (Sosa & Siem, 2004)

Ecuador por su ubicación sobre la línea ecuatorial, cuenta con solo dos estaciones definidas: húmeda o invierno y seca o verano; estas dos condiciones climáticas además de variar en las distintas regiones, asimismo se ve influenciado por la topografía la cual según el rango altitudinal (de 0 a 6300 m, temperaturas promedio anual de  $-0$  a  $26$  °C) (Pourrut et al., 1995).

#### Elementos climáticos

La insolación es la suma de radiación solar que se mide en un número de horas durante las cuales los rayos del sol alcanzan el suelo (Geo Enciclopedia, 2014). En Ecuador, la región litoral las horas de insolación varía de 500 a 1.300 horas, mientras que en la región andina los valores sobrepasan a 1.000 horas a excepción de los flancos externos de las cordilleras, para la región amazónica no existe datos relativos, estimándose que el valor de insolación no supera las 1.200 horas, en cuanto al archipiélago de Galápagos la duración se encuentra entre 2.000 horas (Pourrut et al., 1995).

## Zonas climáticas

El INAHMI (2015), instituye las zonas climáticas a partir de los grados días de calentamiento, grados días de enfriamiento y altura sobre el nivel del mar de la localidad; el cual indica que la región costa se caracteriza por un clima húmedo muy caluroso, la región andina el clima va desde húmedo muy caluroso hasta frío; y en la región amazónica se caracteriza por ser húmedo caluroso.

Por otra parte, también se definen las zonas climáticas de acuerdo con el nivel de temperatura de las regiones, las cuales presentan mucha variación, presentando valores desde 24-25°C media, máxima 34°C y mínima 14°C en la región litoral, oriental y galápagos; mientras que en la región interandina presenta valores medios entre 20 a 8° C, máximos 22-30°C y valores mínimos absolutos 5 a -4 °C (Pourrut et al., 1995); como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4 Zona climáticas según rango de temperatura

Zona climática	ZT 1	ZT 2	ZT 3	ZT 4	ZT 5	ZT 6
Rango de temperatura	6-10°C	10-14°C	14-18°C	18-22°C	22-25°C	25-34°C
Rango Altitudinales msnm	3000-4000		2000-3000		0-1000	

Fuente:(NEC-11, 2011)



## **2.3 Definiciones**

### **2.3.1 Deslumbramiento**

De acuerdo con NEC-11(2011) “el deslumbramiento incapacitante es más común en la iluminación exterior, pero puede experimentarse también a causa de luces concentradas o de fuentes de gran brillantez, como una ventana en un espacio iluminado pobremente”.

### **2.3.2 Ganancia de calor y protección solar**

Es importante considerar que la energía destinada a iluminación y a refrigeración puede reducirse mediante el aprovechamiento de la luz natural. Esto debe equilibrarse con las correspondientes ganancias de calor solar y convectivo (LEED ®-NC, 2005). La ganancia o protección solar debe ser calculada a fin de minimizar las necesidades energéticas de climatización.

### **2.3.3 Envolverte de la edificación**

Envolverte exterior: Elementos de la edificación que separan espacios acondicionados del exterior.

Envolverte semi- exterior: Elementos de la edificación que separan espacios acondicionados de espacios sin acondicionamiento, o elementos que encierran espacios semi-climatizados a través de los cuáles se transfiere energía térmica (calor) desde o hacia el exterior, o desde/hacia espacios sin acondicionamiento, o desde/hacia espacios acondicionados(NEC-11, 2011)..

### **2.3.4 Índice de reflectancia solar (SRI o IRS).**

El índice está comprendido entre 0 y 1, esta es una medida de la capacidad que tiene una superficie construida para reflejar el calor solar que se manifiesta en un pequeño incremento de temperatura. Se considera que una superficie negra estándar (reflectancia 0,05, emitancia 0,9) tiene un SRI de 0 y que una superficie blanca estándar (reflectancia 0,8 y emitancia 0,9) tiene un SRI de 1 (NEC-11, 2011).

### **2.3.5 Coeficiente de Ganancia de Calor Solar (SHGC).**

Relación entre la ganancia de calor solar que entra a un espacio a través de elementos translúcidos y la radiación solar incidente. La ganancia de calor solar incluye el calor solar directamente transmitido y la radiación solar absorbida, la cual es transferida a través de radiación, conducción y convección dentro del espacio (NEC-11, 2011).

### **2.3.6 Coeficiente de sombreado (SC).**

Relación entre la ganancia de calor solar a incidencia normal que ocurre a través de un vidrio claro de 3 milímetros de espesor; el SC, como se lo usa en la presente, no incluye protecciones solares integrales, interiores o exteriores (NEC-11, 2011).

### 2.3.7 Valor nominal R de aislamientos.

Resistencia térmica del aislamiento especificado por el fabricante en unidades de  $m^2.K/W$  a una temperatura promedio de 24 °C; el valor R nominal hace referencia a la resistencia térmica del aislamiento añadido y no incluye la resistencia térmica de otros materiales de construcción o de películas/barreras de aire (NEC-11, 2011).

### 2.3.8 Valor U- Coeficiente de transferencia de calor.

Transmitancia térmica se define como el “flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre dos ambientes separados por dicho elemento” (Blender, 2012); diferencia entre la temperatura del aire interno y externo del edificio, este valor es considerado como un factor aislante, por ende entre más bajo menor la variación de temperatura lo cual es directamente proporcional a la ganancia térmica, dado a que este indica la transmitancia del material (Alfonso G, 2018). Está representado por la unidad  $W/(m^2.K)$ .

### 2.3.9 Eficiencia de los sistemas de refrigeración

Los acondicionadores de aire centrales se clasifican según su COP, SEER y EER y cuanto mayor sea la relación, más eficiente será el sistema.

**EER:** Es la relación de eficiencia energética, utilizada para evaluar la eficiencia de los sistemas de aire acondicionado.

$$EER = \text{Refrigeración de salida en BTU}h / \text{energía eléctrica de entrada en Wh}$$

$$EER = 1,12 * SEER - 0,02 * SEER^2 \text{ (González Romero, 2016).}$$

**SEER** = Índice de eficiencia energética estacional, este índice también se utiliza para indicar la cantidad relativa de energía necesaria para proporcionar una salida de refrigeración específica. Se expresa en BTU / Whr SEER representa el rendimiento general esperado para el clima de un año típico en una ubicación determinada.

$$SEER = (1,12 - \sqrt{1,2544 - 0,08 * EER}) / 0,04 \text{ (González Romero, 2016).}$$

### COP

El COP de la refrigeración se define como la relación entre la tasa de remoción de calor y la tasa de consumo de energía eléctrica, expresada en unidades consistentes, para un sistema completo de aire acondicionado o una parte específica de dicho sistema en las condiciones de funcionamiento designadas (Edge - Excellence In Design For Greater Efficiencies, 2018). Para el sistema de refrigeración es mejor utilizar el coeficiente EER.

**COP** = Salida de calefacción o refrigeración en Wh / energía eléctrica de entrada en Wh

La relación entre EER y COP es:  $EER = COP * 3,41$  (González Romero, 2016).

## CAPÍTULO 3

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 Metodología de desarrollo del proyecto

El presente proyecto reúne las condiciones metodológicas básicas de las siguientes guías y documentos (NEC-11, 2011):

- “Norma Ecuatoriana de la Construcción, Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales NEC-HS-EE”
- “Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones, Colombia”
- “Guía de certificación EDGE”
- “Guía de Conceptos Básicos de Edificios verdes y LEED (Core Concepts and LEED Guide)”

El presente trabajo se realizó a través de fases (figura 3.1) descritas a continuación

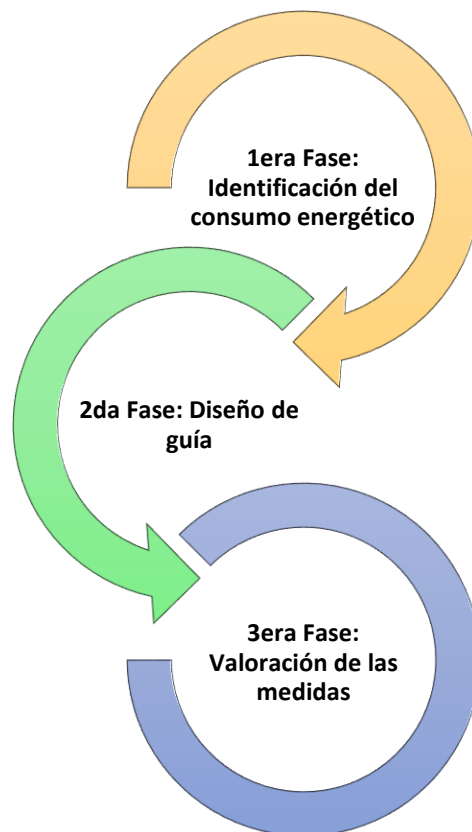


Figura 3.1 Fases de desarrollo

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

### **1era Fase: Identificación del consumo energético**

Recopilación de datos del consumo energético mediante:

- El análisis de planillas eléctricas de suministro eléctrico de un periodo de tiempo de un año correspondiente al 2019-2020 como documentos de soporte.
- La instalación de medidores de energía multivariable marca Schneider Electric.
- Los medidores de energía permanecieron conectados durante 30 días ininterrumpidos, el monitoreo se lo realiza cada 15 días, para un análisis de consumo de energía el mínimo es siete días
- Se midieron en las fases de corriente del tablero principal los relacionados a climatización, iluminación y equipos eléctricos / electrónicos
- Las zonas fueron seleccionadas porque son parte constitutiva de la agencia en consumo de energía el parámetro a medir es Kilovatio Hora (energía)
- El levantamiento de circuitos de tablero principal de una agencia bancaria

Posteriormente se realizó el análisis de la tendencia del consumo de energía por día y año, de forma que permita detectar los puntos de mayor atención y el potencial de ahorro energético

### **2da Fase: Diseño de guía**

Diseño de una guía para la renovación o construcción de una agencia bancaria con base a los criterios de las normas ecuatorianas de construcción y los sistemas de certificación internacionales clasificadas según medidas de Eficiencia Energética Pasivas y Activas (NEC-11, 2011).

### **3era Fase: Valoración de las medidas**

En esta fase se realiza un análisis del diseño de una agencia versus la implementación de las medidas que sean alcanzables y adaptables a lo que se propone en la guía de construcción.

## CAPÍTULO 4

### 4 DISEÑO DE LA GUÍA

#### 4.1 Análisis de consumo de energía de una agencia bancaria de una semana promedio (lunes a domingo)

En las figuras 4.1 y 4.2 se evidencia la tendencia del consumo de energía por sistemas en días laborables, donde se representa las barras azules como la electricidad usada para Sistemas de climatización (HVAC), barras naranjas como línea de suministro electricidad para actividades generales (equipos, luces entre otros), barra gris representa línea de suministro de electricidad para el sistema de emergencia y por último la barra amarilla representa la tendencia el consumo total de la agencia. Se puede observar que el mayor consumo se produce entre las 8:00 a 16:00 siendo estos dentro del horario de operación y atención al cliente, generados específicamente por el sistema de aire acondicionado (HVAC); por otra parte, observa que existe un consumo inusual fuera del horario de atención que deberá ser investigado y analizado ya que entre las 00:00 a 06:00, se generan también registros de consumo de energía

En cuanto al consumo en fin de semana figura 4.3 este se muestra que sigue un consumo semejante, sin fluctuaciones esto no debería ser al mínimo ya que las agencias no trabajan los fines de semana.

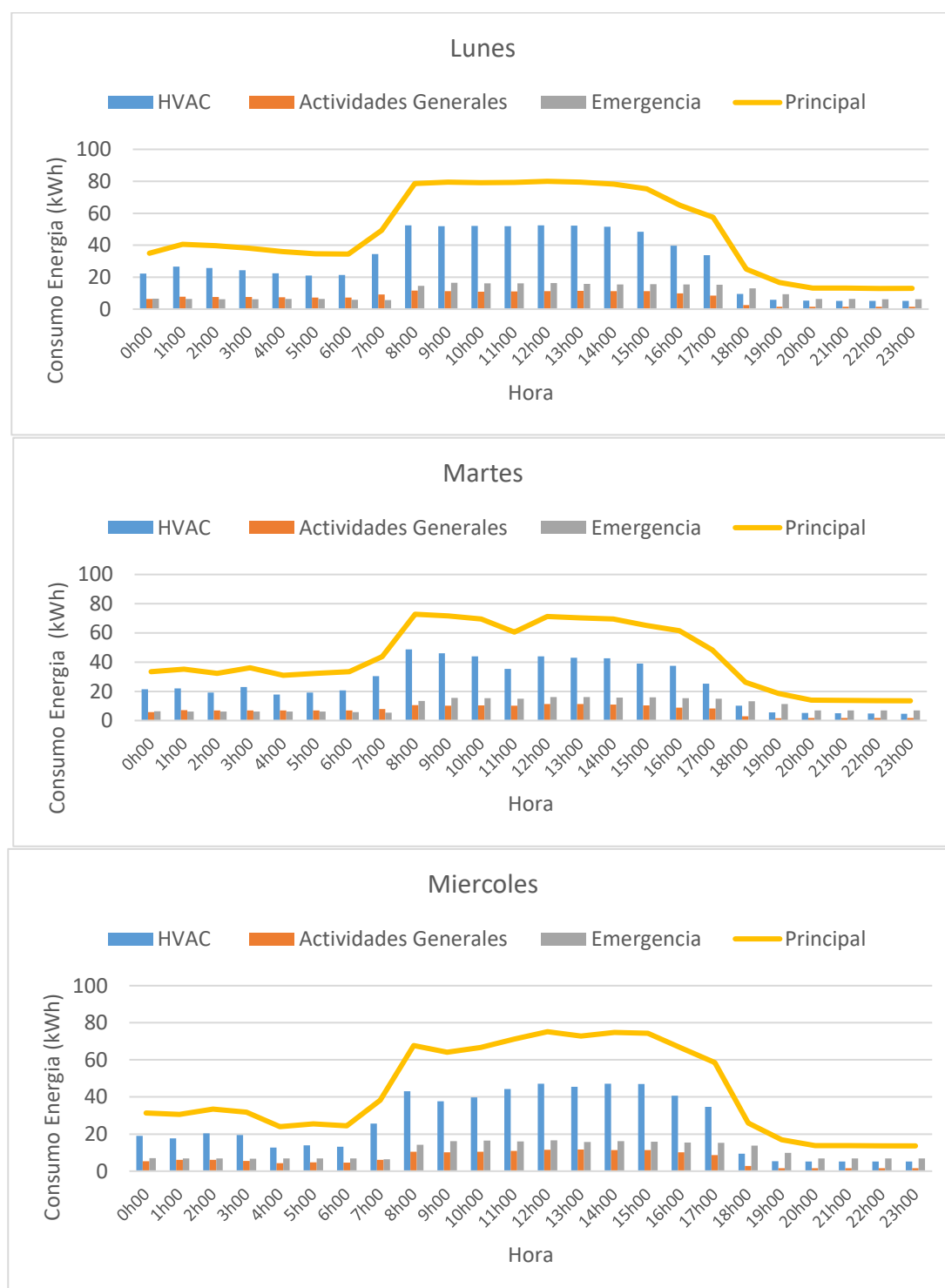


Figura 4.1 Tendencia de consumo de energía por sistemas de lunes a miércoles

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

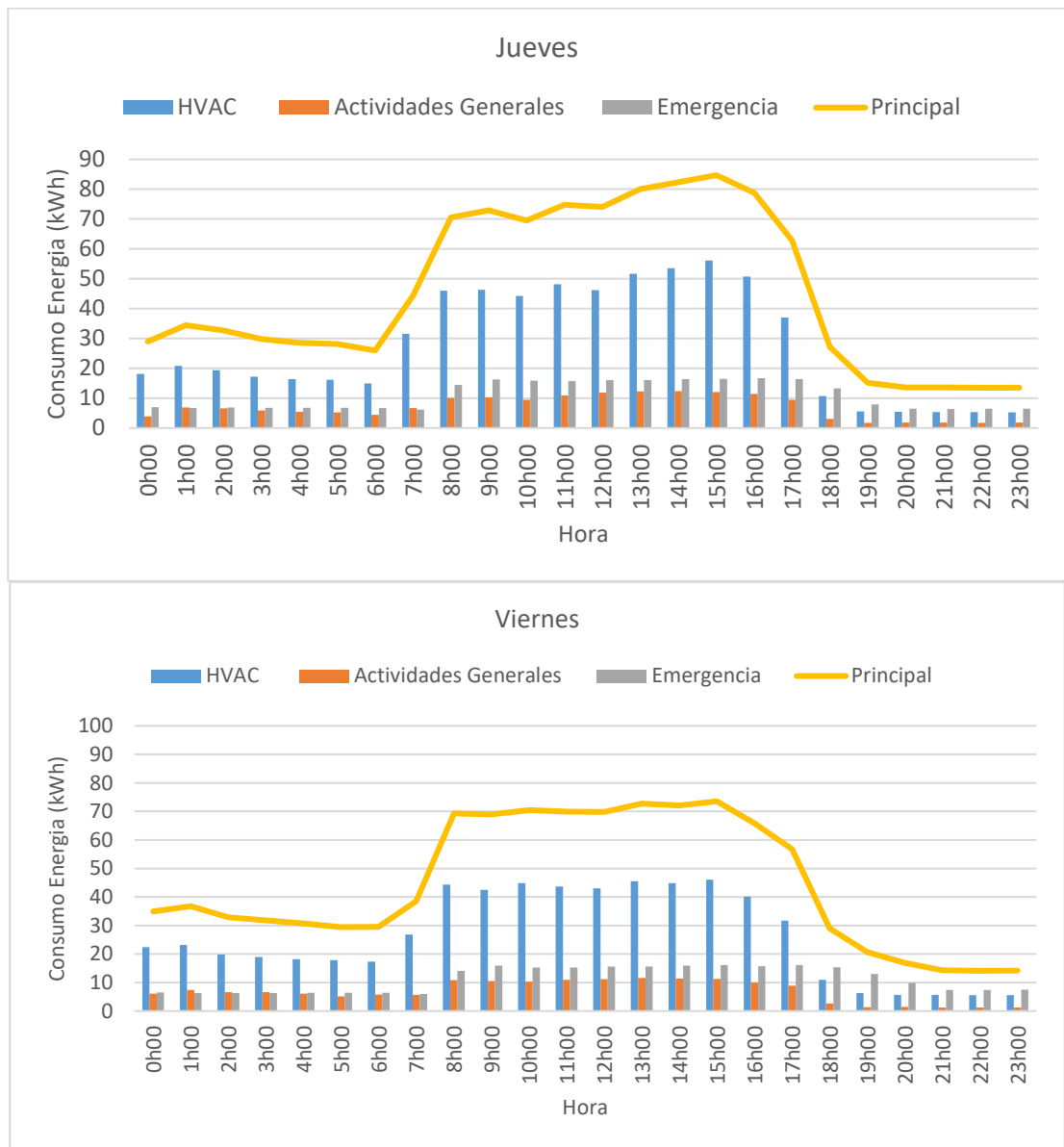


Figura 4.2 Tendencia de consumo de energía por sistemas de jueves a viernes

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

### Consumo de energía por sistemas para un fin de semana

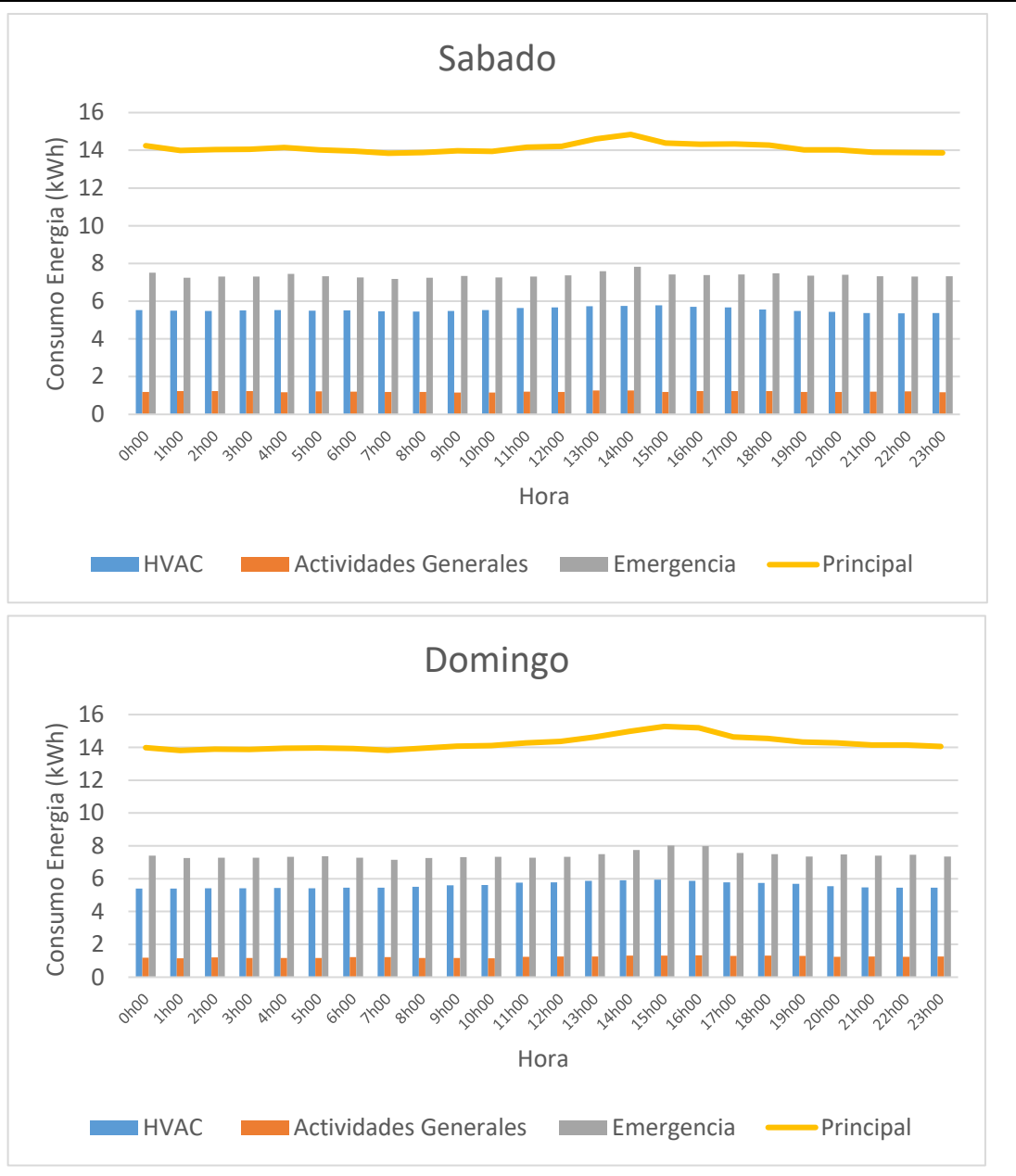


Figura 4.3 Tendencia de consumo de energía por sistema para fin de semana  
Fuente: (Oscar Calderón, 2021)



El sistema financiero fue uno de los sectores estratégicos que no dejó de brindar los servicios a la comunidad, el aforo permitido para clientes y los horarios de atención se redujeron por lo que las atenciones también se vieron afectadas.

En la figura 4.4 se realiza un análisis comparativo del consumo de energía eléctrica mensual registrado en las planillas entre los años 2019 y 2020.

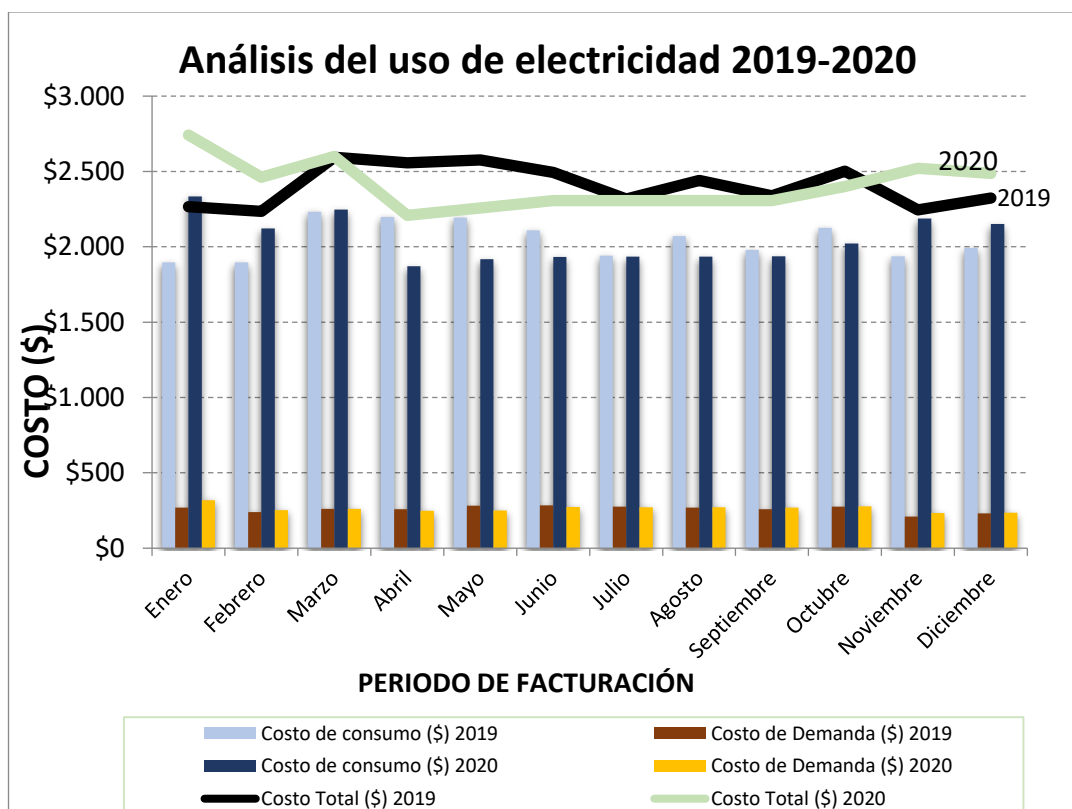


Figura 4.4 Análisis mensual del uso de electricidad en una agencia bancaria

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

En base a las planillas de consumo eléctrico de una agencia bancaria ubicada en la ciudad de Guayaquil del periodo 2019-2020 (tablas 5 y 6) da como resultado que el consumo en la agencia fue muy similar al presentado en el 2020 – 2021, si bien existe una pequeña variación de marzo a septiembre, se les atribuye a los horarios definidos por los COE cantonales lo que redujo tiempos de atención debido a la pandemia presentada en este año la variación mínima es de \$13.52 USD

Los resultados del análisis de consumo de energía en una agencia con 1.817 m<sup>2</sup> rodean los 28 mil dólares al año.

Tabla 5 Consumo de energía año 2019 -CNEL

	KWH consumo al mes	Costo de consumo (\$)	Costo por kWh	Consumo de demanda (kW-mes)	Costo de demanda (\$)	Costo por kW-Mes	Costo total (\$)
ene-19	21.624,00	\$1.896,21	\$ 0,09	112,38	\$ 269,90	\$ 2,40	\$ 2.266,41
feb-19	21.624,00	\$1.896,22	\$ 0,09	99,40	\$ 238,73	\$ 2,40	\$ 2.235,25
mar-19	25.459,20	\$2.233,07	\$ 0,09	108,58	\$ 260,79	\$ 2,40	\$ 2.594,16
abr-19	25.051,20	\$2.197,74	\$ 0,09	107,48	\$ 258,13	\$ 2,40	\$ 2.556,17
may-19	24.969,60	\$2.194,55	\$ 0,09	117,26	\$ 281,64	\$ 2,40	\$ 2.576,49
jun-19	23.990,40	\$2.109,19	\$ 0,09	118,04	\$ 283,51	\$ 2,40	\$ 2.493,00
jul-19	22.032,00	\$1.941,26	\$ 0,09	114,75	\$ 275,61	\$ 2,40	\$ 2.317,17
ago-19	23.582,40	\$2.069,71	\$ 0,09	112,28	\$ 269,66	\$ 2,40	\$ 2.439,67
sep-19	22.521,60	\$1.979,78	\$ 0,09	107,53	\$ 258,25	\$ 2,40	\$ 2.338,33
oct-19	24.235,20	\$2.125,68	\$ 0,09	114,82	\$ 275,76	\$ 2,40	\$ 2.501,74
nov-19	22.195,20	\$1.936,53	\$ 0,09	87,00	\$ 208,96	\$ 2,40	\$ 2.245,79
dic-19	22.766,40	\$1.992,11	\$ 0,09	96,45	\$ 231,66	\$ 2,40	\$ 2.324,07
<b>Total Anual:</b>	280.051,20	\$24.572,05		1295,97	\$ 3112,60		\$28.888,25
<b>Promedios Mensuales</b>	23.337,60	\$2.047,67	\$ 0,09	108,00	\$ 259,38	\$ 2,40	\$ 2.407,35

Fuente: Planilla CNEL

Tabla 6 Consumo de energía año 2020 -CNEL

	KWH consumo al mes	Costo de consumo (\$)	Costo por kWh	Consumo de demanda (kW-mes)	Costo de demanda (\$)	Costo por kW-Mes	Costo total (\$)
<u>ene-20</u>	26.928,40	\$ 2.333,35	\$ 0,09	132,38	\$ 317,95	\$ 2,40	\$ 2.741,60
<u>feb-20</u>	24.643,20	\$ 2.120,79	\$ 0,09	105,06	\$ 252,33	\$ 2,40	\$ 2.461,42
<u>mar-20</u>	26.112,00	\$ 2.246,04	\$ 0,09	108,66	\$ 260,97	\$ 2,40	\$ 2.599,31
<u>abr-20</u>	22.032,00	\$ 1.870,51	\$ 0,08	103,21	\$ 247,89	\$ 2,40	\$ 2.208,70
<u>may-20</u>	22.521,60	\$ 1.918,74	\$ 0,09	103,91	\$ 249,56	\$ 2,40	\$ 2.258,60
<u>jun-20</u>	22.437,00	\$ 1.933,37	\$ 0,09	113,52	\$ 272,66	\$ 2,40	\$ 2.306,33
<u>jul-20</u>	22.438,00	\$ 1.934,37	\$ 0,09	113,11	\$ 271,66	\$ 2,40	\$ 2.306,33
<u>ago-20</u>	22.439,00	\$ 1.935,37	\$ 0,09	112,69	\$ 270,66	\$ 2,40	\$ 2.306,33
<u>sep-20</u>	22.440,00	\$ 1.936,37	\$ 0,09	112,27	\$ 269,66	\$ 2,40	\$ 2.306,33
<u>oct-20</u>	23.582,40	\$ 2.021,15	\$ 0,09	115,70	\$ 277,89	\$ 2,40	\$ 2.399,34
<u>nov-20</u>	25.622,40	\$ 2.188,10	\$ 0,09	96,71	\$ 232,27	\$ 2,40	\$ 2.520,67
<u>dic-20</u>	25.214,40	\$ 2.151,38	\$ 0,09	97,91	\$ 235,15	\$ 2,40	\$ 2.486,83
<b>Total Anual</b>	286.410,40	\$ 24.589,54		1315,13	\$ 3.158,63		\$28.901,77
<b>Promedios mensuales</b>	23.867,53	\$ 2.049,13	\$ 0,09	109,59	\$ 263,22	\$ 2,40	\$ 2.408,48

Fuente: Planilla CNEL

## 4.2 Sistema de calificación

La propuesta de guía para la construcción sostenible de agencias bancarias se compone de medidas que consideran los aspectos con mayor impacto en el consumo de energía.

Para lograr eficiencia energética en agencias bancarias, es necesario actuar con base a los siguientes puntos.

- Reducir la demanda de energía de la agencia bancaria
- Empleo de materiales de construcción que generen un menor consumo energético
- Implementar energías renovables como fuente de consumo

Las normas establecidas en el territorio nacional e internacionales referentes eficiencia energética.

- Norma de construcción ecuatoriana
- Norma de certificación LEED y EDGE.

Siguiendo los criterios establecidos en las Guía de Eficiencia Energética de construcción en Ecuador y Norma de certificación LEED y EDGE para nuevas construcciones y grandes remodelaciones se establecen las siguientes fichas orientadas a la certificación.

Para que la agencia sea catalogada como eco-eficiente, el porcentaje mínimo de calificación debe ser mayor al 60%, con oportunidades de mejora en los requerimientos que no alcanzaron la puntuación requerida y están en el rango de 60 y 70%.

En la tabla 7 se muestra el porcentaje de cumplimiento para el proceso de calificar una agencia o edificación como energéticamente sostenible.

Tabla 7 Porcentaje de cumplimiento para agencia sostenible en base a la guía establecida

<b>Cumplimiento de medida</b>	<b>Descripción</b>
<b>Del 71% al 100% del cumplimiento</b>	Es catalogada como energéticamente sostenible
<b>De 60% a 70% al de cumplimiento</b>	Energéticamente sostenible con oportunidades de mejora
<b>Menor al 60% de cumplimiento</b>	No aplica para ser catalogada como energéticamente sostenible

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

### 4.3 Criterios Generales

Previo desarrollo del proyecto de construcción o remodelación se debe tomar como criterios generales lo siguiente:

**Línea base:** Como requerimiento se debe contar con una línea base, la cual debe contener:

- **Identificación del clima:** Se debe determinar la zona climática en el que se ubica la construcción o remodelación de la edificación, mediante la información proporcionada por el INAMHI, lo cual permite determinar los problemas y requerimientos en base a las zonas identificadas (Ministerio Vivienda Ciudad Territorio, 2015); se debe considerar el comportamiento de los principales parámetros en relación con el clima, precipitaciones, temperatura y vientos.
- **Tendencias en consumo de energía:** Se debe contar con un análisis de la tendencia del consumo de energía en edificaciones que tengan por objetivo la remodelación, facilitando la proyección de ahorro en el consumo (NEC-11, 2011).

**Cumplimiento de permisos administrativos:** Se debe contar con los respectivos permisos ambientales, construcción, funcionamiento, bomberos; certificados de uso de suelo y demás autorizaciones necesarias exigidas por los gobiernos locales, que habiliten el desarrollo de las actividades.

**Gestión de desechos:** Durante la construcción se debe clasificar y considerar áreas de acopio apropiadas a los desechos, escombros u otro material que se generen.

**Prevención de contaminación:** Se deberá cumplir con el plan de manejo ambiental establecidos en los estudios de impacto ambiental respaldado por la legislación ambiental ecuatoriana, y demás planes que se designen para prevención de la contaminación.

Evitar la contaminación del suelo y agua subterráneas producto de líquidos contaminantes; reducir el polvo generado, humedeciendo las zonas con alta probabilidad de generación de polvo e implantar cubiertas que eviten el escape del material particulado hacia el exterior; además se debe optimizar el uso de agua potable en la obra, evitando fugas y el derrame de agua.

De acuerdo con el nivel de cumplimiento de los criterios generales se califican de acuerdo a lo detallado en la tabla 8.

Tabla 8 Puntuación de cumplimiento para criterios generales

COMPONENTES	Descripción	Cumplimiento	Puntos
<b>Línea base</b>	Se realizará línea base donde se detallará las condiciones climáticas y tendencias de consumo, en el caso de las remodelaciones	Obligatorio	
<b>Permisos Administrativos</b>	Contará con todos los permisos requeridos por los gobiernos locales.	Obligatorio	
<b>Gestión de residuos</b>	Se realiza la clasificación, acopio y disposición final de los residuos generados durante las actividades de construcción.	Cumple	3
	Se realiza el acopio y disposición final de los residuos, pero no la clasificación	Parcialmente	2
	No se realiza ninguna de las antes mencionadas	No cumple	0
<b>Prevención de la Contaminación</b>	Presentación de informes con el 100% cumplimiento de acuerdo con lo establecido en el plan de manejo ambiental (monitoreo, registros entre otros)	Cumple	2
	Presentación de informes con el 50% de cumplimiento de acuerdo con lo establecido en el plan de manejo ambiental (monitoreo, registros entre otros)	Parcialmente	1
	No presenta informes	No cumple	0

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

#### 4.4 Criterios Preliminares

Localización:

##### a) Selección adecuada de la ubicación:

- Se debe considerar el uso de suelo en el que se ubicará el proyecto teniendo en cuenta el plan de ordenamiento territorial del GAD.
- Se debe realizar un estudio de las amenazas y riesgos naturales se recomienda la metodología Mosler: considerando amenaza sísmica, amenaza morfológica, amenaza morfo climática. Se debe realizar un estudio de suelo en base a los resultados obtenidos en la evaluación de amenazas.

##### b) Orientación de la edificación

- En el diseño de una edificación se debe considerar la orientación de las diferentes áreas con respecto al sol considerando las necesidades de ganancia o protección solar, (Arriaga & Rodríguez, 2017).

- Se recomienda ubicar las fachadas o áreas de permanencia de empleados considerando la protección o ganancia solar, mediante la simulación en relación con la trayectoria del sol de ESTE a OESTE, aprovechar la sombra de los edificios contiguos.

**c) Forma del edificio**

- La forma arquitectónica de la edificación puede ser decisiva para aminorar las ganancias de calor por radiación solar y promover el movimiento del aire alrededor y dentro de los ambientes (Sosa & Siem, 2004)

De acuerdo con el nivel de cumplimiento, los componentes del criterio preliminar tendrán puntuaciones detalladas en la tabla 9; donde: El mayor peso de la puntuación fue asignada a las etapas de diseño civil y arquitectónico donde se encuentra el envoltorio de la edificación, materiales de aislamiento, iluminación, climatización y los equipos electrónicos y eléctricos constitutivos parte de la operación de la agencia.

Tabla 9 Puntuación de cumplimiento para los componentes de localización

Componentes	Descripción	Cumplimiento	Puntos
<b>Selección adecuada de la ubicación</b>	Se realizó la evaluación de amenazas naturales en base a la metodología de Mosler o cualquier otra metodología certificada.	Cumple	3
	No se realizó la evaluación de base a la metodología de Mosler o cualquier otra metodología certificada.	No cumple	0
<b>Orientación</b>	Considera evitar la exposición directa solar en la mañana y en la tarde, realiza simulación	Cumple	1
	No considera la orientación y existe exposición directa solar.	No cumple	0
<b>Forma Arquitectónica de la Edificación</b>	La forma da mayor amplitud del interior y aprovecha las sombras de edificaciones vecinas	Cumple	1
	La forma no da mayor amplitud, ni aprovecha las sombras de las edificaciones	No cumple	0

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

## 4.5 Criterios de diseño civil y arquitectónico

Envolvente de la edificación:

Para que exista ahorro de energía la envolvente del edificio debe:

- Disminuir la transferencia de calor no deseado y aprovechar al máximo la luz natural y garantizar la hermeticidad necesaria en la envolvente
- Reducir las infiltraciones de aire desde el exterior para mantener la calidad de aire interior y su temperatura
- Emplear dispositivos de sombra
- Minimizar los puentes térmicos
- Utilizar pintura reflectiva en las cubiertas y materiales aislantes térmicos.

### a) Ventanas-Fachada

- Se propone que exista un balance entre la iluminación natural y opciones de ventilación cuando las condiciones de la construcción y de seguridad lo permitan por ejemplo en espacios de atención al cliente o salas de espera
- En caso de que las aperturas sean mayores se deberá implantar las medidas de los literales b y c siguientes.

### b) Vidrio

- Se recomienda para vidrio recubierto baja Emisividad - Valor U de 3 y SHGC de 0,45; o, un vidrio de mayor rendimiento - U-Valor de 1,95 y SHGC de 0,28.

### c) Control solar externo o interno

- Dependiendo de la orientación y el uso de la estancia, las ventanas dispondrán de controles solares como persianas o arenados que permitan disminuir la transferencia de calor.

### d) Color

En paredes internas se deberá de tener en cuenta el contraste de colores para evitar la fatiga visual, se recomienda el uso de colores considerando la tabla 10. En paredes externas se deberá utilizar pintura reflectante con un Índice de Reflectancia Solar (SRI) de 70%.

Tabla 10 Porcentaje de reflexión de radiación solar en función del color de la superficie

Color	% Reflejado	Color	% Reflejado
Blanco cal	80	Anaranjado	25-30
Amarillo oro	70	Beige	25
Amarillo limón	70	Verde Vegetal	20
Azul claro	40-50	Ladrillo	18
Rosa Salmón	40	Rojo	16
Gris cemento	32	Negro	5

Fuente: (NEC-11, 2011)

### e) Confort

El diseño de la agencia debe garantizar el confort de los ocupantes

#### i) Confort térmico

- Temperatura del aire ambiente entre 21 y 23°C
- Temperatura radiante media de superficies del local entre 21 y 23°C; Velocidad del aire entre 0,05 y 0,15 m/s; Humedad relativa entre el 40 y el 65 %

#### ii) Confort acústico

- Se deberá implementar un aislamiento del ruido exterior, se recomienda el uso de doble acristalamiento aislante y se evitará las molestias ocasionadas, tanto por actividades externas como internas en el edificio
- Se deberá considerar que en lugares de trabajo normales se recomienda un nivel de ruido situado entre los 66 y los 80 dB(A). En oficinas, se considera que los niveles de ruido que pueden provocar disconfort se sitúan entre los 55 y 65 dB(A), siendo mayor su interferencia en la medida en que la tarea requiera un mayor nivel de concentración

De acuerdo con el nivel de cumplimiento de los componentes de la envolvente tendrán puntuaciones detalladas en la tabla 11.

Tabla 11 Puntuación de cumplimiento para componentes de envolvente

Componente	Descripción	Cumplimiento	Puntos
<b>Relación Ventana Pared (WWR)</b>	Menor el WWR 30 %	Cumple	3
	WWR de 31% a 50%	Parcialmente	2
	WWR mayor a 50%	No cumple	0
<b>Vidrio Panel Low E de alto desempeño acústico y confort térmico</b>	Paneles combinados con vacío aire deshidratado o argón (4mm Low E + 0,3 vacío + 4 mm) o (5mm Low E + 0,3 vacío + 5 mm)	Cumple	5
	No cuenta con paneles de alto desempeño	No cumple	0
<b>Control Solar Externo</b>	Uso de persianas o cortinas	Cumple	3
	Uso de arenado	Parcialmente	2
	No implementa controles solares en la edificación	No cumple	0
<b>Color de paredes internas</b>	Usa colores claros en las paredes interiores con alto porcentaje de reflexión	Cumple	2
	No usa colores claros en las paredes interiores	No cumple	0
<b>Confort Térmico</b>	Temperatura radiante media de superficies del local entre 21 - 23 °C; Velocidad del aire entre 0,05 y 0,15 m/s; Humedad relativa entre el 40 y el 65 %	Cumple	5
	La temperatura no está controlada y difiere constantemente de estos rangos	Parcialmente	3



	La temperatura difiere considerablemente de estos rangos en todo el día de operaciones	No cumple	0
<b>Confort Acústico</b>	Los niveles de ruido cumplen con la normativa	Cumple	2
	Los niveles de ruido no cumplen con la normativa		0

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

#### 4.6 Materiales

El 20% de los materiales de construcción usados en las edificaciones deberán cumplir al menos un parámetro de los enunciados

- Uso de materiales con contenido reciclado
- Uso de materiales locales, donde el lugar de fabricación no sea mayor a 100 km.
- Implementar construcciones desmontables que permitan recuperar los materiales y posteriormente ser utilizados en otro edificio.
- Considerar materiales que durante su fabricación incluyan mejoras tecnológicas que mejoren las propiedades energéticas, físicas y mayor vida útil.
- Utilizar materiales que contengan un bajo o nulo nivel de toxicidad desde el momento de su fabricación, operación, vida útil y disposición final.

De acuerdo con el nivel de cumplimiento de los componentes de la envolvente tendrán puntuaciones detalladas en la tabla 12.

Tabla 12 Puntuación de cumplimiento para componentes de Materiales y recursos

	<b>Descripción</b>	<b>Cumplimiento</b>	<b>Puntos</b>
<b>Materiales y recursos</b>	Cumple con dos o más de los enunciados de materiales	Cumple	20
	Cumple con uno de los enunciados de materiales	Parcialmente	10
	No se consideran los enunciados de materiales	No cumple	0

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

## 4.7 Mitigación de las cargas de calor solar

### a) Inercia Térmica

Se deberá tener en cuenta la capacidad del material para almacenar el calor, su amortiguamiento del efecto del calor y transmitirlo con desfase hacia el interior (inercia térmica) en la figura 4.4 se representa el mecanismo de inercia térmica y en 4.5 se muestra los Coeficientes de amortiguamiento y desfase.

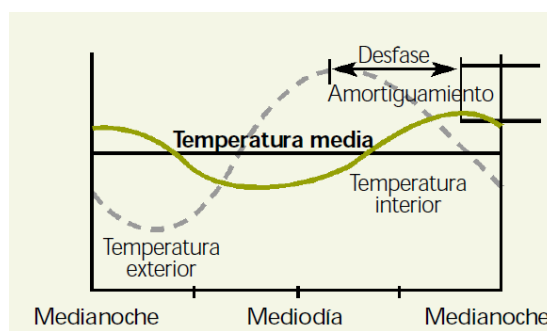


Figura 4.5 Mecanismo de Inercia Térmica

Fuente:(Sosa & Siem, 2004).

Techo				Pared			
Composición (desde el ext. hacia el int.)	Espesor (cm)	Coefficiente de amortiguamiento	Desfase (horas)	Composición (desde el ext. hacia el int.)	Espesor (cm)	Coefficiente de amortiguamiento	Desfase (horas)
Concreto	10	0,046	3 h	Friso	2,5	0,10	8 h
Lana de vidrio	4			Bloque hueco			
Lana de vidrio	4	0,45	11 h	Terracota	10		
Concreto	10		50 min	Friso	2,5		
Concreto	15	0,30	4 h	Adobe	15	0,073	10 h
			40 min	Cámara de aire			
Concreto	20	0,20	6 h	Adobe	15		
Madera	10	0,23	5 h	Concreto	15	0,30	4 h 40 min
			40 min	Concreto	20	0,20	6 h
Madera	15	0,11	8 h	Madera	10	0,23	5 h 40 min
				Madera	15	0,11	8 h

Figura 4.6 Coeficientes de amortiguamiento y desfase para materiales del techo y Pared

Fuente (Sosa & Siem, 2004)

### b) Aislamiento

- Se debe implantar un aislamiento adecuado para evitar la transmisión de calor del entorno exterior al espacio interior. Para disminuir el consumo energético durante la climatización de la edificación se debe considerar el tipo de aislamiento a utilizar según la tabla 13 y 14. Se recomienda un aislamiento de paredes usando lana de fibra de vidrio y poliestireno expandido en el tumbado.

Tabla 13 Tipo de aislamiento

Tipo de aislamiento	Estera, manta o colcha aislante	Material de relleno suelto	Aislamiento soplado	Paneles rígidos
Rango tipo de conductividad $\lambda$ -valor K	0.034-0.044	0.035-0.055	0.023-0.046	0.02-0.081

Fuente: (Edge - Excellence In Design For Greater Efficiencies, 2018)

Tabla 14 Espesor según tipo de aislamiento para obtener un valor U de 45 w/m<sup>2</sup> k

Tipo de aislamiento	Espesor (mm) aproximado para alcanzar un valor U de 45 W/m <sup>2</sup> k	Conductividad térmica (w/mk)
Lana de fibra de vidrio	85-90	0.030-0.061
Poliestireno extruido (XPS)	50-80	0.025-0.037
Poliestireno expandido (EPS)	60-95	0.030-0.045
Espuma fenólica (PF)	40-55	0.020-0.025
Polisocianurato (PIR)	40-60	0.022-0.028
Poliuretano (PU)	10-40	0.020-0.038
Paneles de aislamiento al vacío	10-20	0.008

Fuente: (Edge - Excellence In Design For Greater Efficiencies, 2018)

**c) Acabado final**

- En Paredes se recomienda considerar el porcentaje de acuerdo con el material a usar como se observa en la tabla 15

Tabla 15 Reflectividad solar por materiales para Pared

<b>Materiales de pared genéricos</b>	<b>Reflectividad solar</b>
Pintura acrílica de color azul oscuro o negro	15%
Ladrillos de arcilla cocida	17%-56%
Pintura acrílica de color oscuro (marrón oscuro, azul)	25%
Hormigón nuevo	35%-40%
Ladrillo rojo	40%
Unidad de mampostería de hormigón sin pintar	40%
Pintura acrílica de color intermedio (verde, rojo, marrón)	45%
Pintura acrílica de color claro (tonos de blanco)	65%
Pintura acrílica blanca	70%
Cemento Portland blanco nuevo	70%-80%
Yeso blanco	90%

Fuente: (Edge - Excellence In Design For Greater Efficiencies, 2018)

- En techos/cubiertas se deberá considerar lo establecido en la tabla 16 dependiendo el tipo de material que se utilice

Tabla 16 Reflectividad Solar por materiales para techo/cubierta

<b>Materiales de techo genéricos</b>	<b>Reflectividad solar</b>
EPDM gris Tejas	23 %
Tejas asfálticas Tejas	22 %
Tejas de cemento sin pintar	25 %
Betún granular blanco	26%
Teja de arcilla roja	33 %
Gravilla clara en cubierta de varias capas	34 %
Aluminio	61 %
Gravilla blanca en cubierta de varias capas	65 %
Revestimiento blanco en techo metálico	67%
EPDM blanco Teja	69 %
Teja de cemento blanco	73%
Revestimiento blanco: 1 capa, 8 mils*	80%
PVC blanco	83%
Revestimiento blanco: 2 capas, 20 mils	85%

Fuente: (Edge - Excellence In Design For Greater Efficiencies, 2018)

De acuerdo con el nivel de cumplimiento de los componentes de la envolvente, las puntuaciones se detallan en la tabla 17; donde la puntuación máxima representa las las características ideales para que una agencia sea eficiente energéticamente

Tabla 17 Puntuación de cumplimiento para reflectividad solar por materiales para pared

	Descripción	Cumplimiento	Puntos
<b>Aislamiento de pared exterior interior</b>	Se implementa una pared de 15 cm con lana de vidrio	Cumple	7
	Se implementa una pared de 15 cm sin lana de vidrio, con acabados finales	Parcialmente	4
	No se usa ni espesor ni materiales adecuado	No cumple	0
<b>Aislamiento del techo</b>	Concreto de 15 a 20 cm + impermeabilizante + poliuretano	Cumple	7
	Concreto de 15 a 20 cm	Parcialmente	4
	No se usa ninguno de estos materiales ni especificaciones	No cumple	0
<b>Acabado Final externo</b>	Utiliza pintura reflectiva para techado y paredes externas con un Índice de Reflectancia Solar (SRI) mayor de 70%.	Cumple	6
	Utilizar pintura reflectiva para techado y paredes externas con un Índice de Reflectancia Solar (SRI) menor al 70%	Parcialmente	3
	No se utiliza pintura reflectiva	No cumple	0

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

## 4.8 Iluminación

Se deberá realizar un estudio previo de iluminación en puestos de trabajo, pasillos, bodegas internas, baños, áreas comunales y áreas externas (con letreros publicitarios). En la Tabla 18 se detalla la calificación y evaluación.

Luz Artificial

### a) Distribución de la luminancia

- De acuerdo con lo establecido en el artículo 56 del Decreto Ejecutivo 2393 “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento del medio ambiente. De trabajo indica que “Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para de afectar su visión”
- Iluminación actividades mínima en oficinas de 300 a 500 luxes; 20 luxes Pasillos, patios y lugares de paso.

### b) Deslumbramiento

Se deberá impedir el deslumbramiento en los puestos de trabajo con las siguientes recomendaciones establecidas en el decreto 2393 (Reglamentó de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente):

- No se emplearán lámparas desnudas a menos de 5 metros del suelo, exceptuando aquellas que en el proceso de fabricación se les haya incorporado protección antideslumbrante.
- Para alumbrado localizado, se utilizarán reflectores o pantallas difusoras que oculten completamente el punto de luz al ojo del trabajador.
- En los puestos de trabajo que requieran iluminación como un foco dirigido, se evitará que el ángulo formado por el rayo luminoso con la horizontal del ojo del trabajador sea inferior a 30 grados. El valor ideal se fija en 45 grados.
- El uso de pinturas mates, pantallas u otros medios adecuados.

Tabla 18 Puntuación de cumplimiento para luz artificial

Medida	Descripción	Cumplimiento	Puntos
<b>Ubicación de luminarias</b>	Ubicación adecuada de la luminancia entre 50% y 100% los puestos de trabajo	Cumple	2
	Ubicación adecuada de la luminancia entre 50% a 25% de los puestos de trabajo	Parcialmente	1
	Menos del 25% de los puestos no tiene una ubicación adecuada de la luminancia	No cumple	0
<b>Reflectancia</b>	Se evita la reflectancia de la luz en los puestos de trabajo	Cumple	2
	La iluminación causa reflectancia en los puestos,	No cumple	0
<b>Distribución de luminancia</b>	Se realiza la distribución de luminancia conforme a lo establecido en decreto 2393	Cumple	2
	No se realiza la distribución conforme a lo que se establece	No Cumple	0

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

#### 4.9 Gestión del consumo interno de energía

En la tabla 19 se detalla la calificación y evaluación de los componentes uso de luminarias LED; implementar sensores automáticos y controles individuales que permiten ajustar la luz según sus propias preferencias en oficinas abiertas, en baños, salas de conferencia

Tabla 19 Puntuación de cumplimiento para medidas de gestión de consumo de energía

Medida	Descripción	Cumplimiento	Puntos
Gestión del consumo de energía	EL 100% de las luminarias deben ser LED	Cumple	5
		No cumple	0
	Implementación del 100% de controles de ocupación las áreas	Cumple	5
	Implementación del 50% de Controles de ocupación las áreas Cumple 1	Parcialmente	3
	No considera la orientación y existe exposición directa solar.	No cumple	0

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

#### 4.10 Aire acondicionado

Brindar un ambiente interior confortable optimizando el uso de aire acondicionado y la ventilación del entorno. En la tabla 20 se detalla la calificación y evaluación.

Las siguientes características son las esperadas para una situación ideal en los sistemas de climatización:

1. Acondicionador de aire con enfriador por agua
2. Gestión mejorada de refrigerantes. Cuando se requiera de equipos de climatización enfriados por agua la gestión mejorada de refrigerantes HFC de no más de 2,72 kg de refrigerante por kW
3. Utilizar equipos con la característica de energy star AAA donde se requiera climatizar independientemente, por ejemplo, los cuartos individuales de los cajeros automáticos

Tabla 20 Puntuación de cumplimiento para los componentes de Aire acondicionado

Medida	Descripción	Cumplimiento	Puntos
<b>Aire acondicionado con enfriador por agua</b>	Mayor a 6,1 COP (20.80 EER)	Cumple	14
	Entre 3,5 COP (equivalente a 11,94 EER y 14,33 SEER) a 6,0 COP	Parcialmente	10
	Menor a 3,5 COP	No cumple	0
<b>Gestión mejorada de refrigerantes</b>	Utilización de refrigerantes C 410 y R 410 que no dañen la capa de ozono	Cumple	2
	Uso de refrigerantes catalogados como agotador de la capa de ozono por sus componentes	No cumple	
<b>Equipos de climatización con características de eficiencia energética</b>	Utilizar equipos con la característica de energy star AAA, si cumple del 80 al 100% la calificación es de 4. Entre el 50 y 80% el puntaje es 3 Entre el 30 y 50% el puntaje es 2 Entre el 10 y 30% el puntaje es 1 Menos de 10% el puntaje es 0	Cumple	4
	Uso de equipos que no cumplen la característica energy star AAA	No. Cumple	0

Elaborado por: (Oscar Calderón, 2021)

#### 4.11 Energía Alternativa

Implementar un sistema de generación con energía solar fotovoltaica para autoconsumo compuesto por paneles solares, estructuras de soporte, sistemas de protección e inversores; el cual se integrará con un software y una aplicación móvil que permitirá monitorear, ininterrumpidamente, la información de energía eléctrica producida, demandada e inyectada a la red.

Por la ubicación geográfica en la zona del Litoral donde va enfocado el proyecto se recomienda este tipo de energía a través de paneles solares



#### 4.12 SISTEMA DE VERIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN

La matriz de verificación ( tabla 21) define el grado de cumplimiento del proyecto los criterios de diseño y construcción ya mencionados y detallados con cada uno de sus componentes, se marca también los parámetros que aplican si se trata de una remodelación o de una construcción nueva, los requisitos a cumplir el departamento o persona responsable y el grado de cumplimiento siendo parcial o total, se realiza una marca para los casos de nuevas construcciones o remodelaciones cuando aplique para cada requisito.

Tabla 21 Sistema de calificación y verificación en la construcción y remodelación de agencias

CRITERIOS	COMPONENTES	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumplimiento del requisito		
							Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple
GENERALES	GENERAL					5 (puntos posibles)			
	Línea base	x		Informes meteorológicos del INAMHI Ecuador	Requerido	Requerido			
			x	Identificación de tendencias de consumo de energía	Requerido	Requerido			
	GESTIÓN ADMINISTRATIVA	x	x	Permisos de: construcción, Ambientales, Bomberos y exigencias de los gobiernos locales	Requerido	Requerido			
x		x	Gestión de desechos durante la obra, escombros u otro material que se genere	Departamento Construcciones de Banco	3	3	2	0	

CRITERIOS	COMPONENTES	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumplimiento del requisito		
							Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple
		x	x	Mitigación de agentes contaminantes derivados de la construcción en cumplimiento con la normativa	Departamento Construcciones de Banco	2	2	1	0
<b>PRELIMINARES</b>	LOCALIZACIÓN					5 (puntos posibles)			
	Selección adecuada de la ubicación	x		Evaluación de riesgos naturales a través de la metodología aplicables considerando la Amenaza sísmica, morfológica y morfoclimática.	Departamento de Seguridad, Salud y Ambiente	3	3	-	0
	Orientación de la edificación	x		Se recomienda ubicar las fachadas considerando la protección o ganancia solar, en relación a la trayectoria del sol de este a oeste, el Este nos da luz en la mañana, Sur a Media mañana y el oeste en la tarde.	Departamento Construcciones de Banco	1	1	-	0
	Forma de la edificación			El diseño Arquitectónico de la agencia garantice amplitud y se aproveche la sombra de los edificios contiguos y de la misma estructura).	Departamento Construcciones de Banco	1	1	-	0

CRITERIOS	COMPONENTES	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumplimiento del requisito		
							Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple
DISEÑO CIVIL Y ARQUITECTÓNICO	ENVOLVENTE DE LA EDIFICACION (Optimizar el rendimiento energético)					20 (puntos posibles)			
	Relación ventana Pared ( resulta dividir el área específica de acristalamiento por el área total de la pared)	x	x	Relación de superficie - Cumple con un % Menor el WWR 30 % 3 puntos Cumple parcialmente con un WWR de 31% a 50% 2 puntos WWR mayor a 50% No cumple 0	Departamento Construcciones de Banco	3	3	2	0
	Vidrio	x	x	Panel Low E de alto desempeño acústico y confort térmico Paneles combinados con vacío aire deshidratado o argón (4mm Low E + 0,3 vacío + 4 mm)	Departamento Construcciones de Banco	5	5	-	0
				Panel Low E de alto desempeño acústico y confort térmico Paneles combinados con vacío aire deshidratado o argón (5mm Low E + 0,3 vacío + 5 mm)					
	Control Solar Externo	x	x	En caso de que no se aplique vidrios certificados se deberá utilizar medios de control adicionales como persianas 3 puntos y arenados 2 punto.	Departamento Construcciones de Banco	3	3	2	0
Color de paredes internas	x	x	Color: Blanco cal	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0	

CRITERIOS	COMPONENTES	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumplimiento del requisito		
							Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple
	Confort Térmico	x	x	Temperatura radiante media de superficies del local entre 21 - 23 °C; Velocidad del aire entre 0,05 y 0,15 m/s; Humedad relativa entre el 40 y el 65 %	Departamento Construcciones de Banco	5	5	3	0
	Confort Acústico	x	x	Debe situarse el ruido en oficinas entre (55 y 65 dB (A))	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0
MATERIALES Y RECURSOS						20 (puntos posibles)			
	Los materiales de construcción usados en las edificaciones si se cumplen con al menos dos parámetro de los enunciados	x	x	Uso de materiales con contenido reciclado 20% al menos uno de los detallados a continuación	Departamento Construcciones de Banco	20	20	10	0
		x	x	Uso de materiales locales que el lugar de fabricación no sea mayor a 100 km.	Departamento Construcciones de Banco				
		x	x	Implementar construcciones desmontables que permitan recuperar los materiales y posteriormente ser utilizados en otro edificio.	Departamento Construcciones de Banco	-	-	-	-
		x	x	Considerar materiales que durante su fabricación incluyan mejoras tecnológicas que mejoren las propiedades energéticas, físicas y mayor vida útil.	Departamento Construcciones de Banco				

CRITERIOS	COMPONENTES	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumplimiento del requisito		
							Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple
		x	x	Se debe utilizar materiales que contengan un bajo o nulo nivel de toxicidad desde el momento de su fabricación, operación, vida útil y disposición final	Departamento Construcciones de Banco				
MITIGACIÓN DE LAS CARGAS DE CALOR SOLAR						20 (puntos posibles)			
	Aislamiento de pared del exterior al interior	x	x	Concreto de 15 cm + fibra o lana de vidrio 7 puntos + acabados finales sin lana de vidrio 4 puntos No de usa ni espesor ni materiales adecuado 0 puntos	Departamento Construcciones de Banco	7	7	4	0
	Aislamiento del techo	x	x	Concreto de 15 a 20 cm + impermeabilizante 7 puntos + poliuretano 4 puntos no se usa aislamiento 0 puntos	Departamento Construcciones de Banco	7	7	4	0
	Acabado Final externo	x	x	Utilizar pintura reflectiva para techado y paredes externas con un Índice de Reflectancia Solar (SRI) Mayor del 70% 6 puntos Menor al 70% 3 puntos No se utiliza pintura reflectiva 0 puntos	Departamento Construcciones de Banco	6	6	3	0

CRITERIOS	COMPONENTES	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumplimiento del requisito		
							Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple
ILUMINACIÓN	ILUMINACIÓN ARTIFICIAL					20 (posibles puntos)			
	Distribución de la luminancia	x	x	De 300 a 500 luxes en planos de trabajo	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0
		x	x	baños 20 luxes	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0
		x	x	Escaleras y pasillos 100 luxes	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0
		x	x	Disposición uniforme y del mismo color en luminarias y puestos de trabajo.	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0
		x	x	Acabado de las superficies (superficies mates).	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0
		x	x	Iluminación Natural en ventanas	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0
	Ubicación de luminarias	x	x	Ubicación adecuada en los puestos de trabajo luminancia cumple entre 50% y 100% los puestos de trabajo 2 punto Ubicación adecuada de la luminancia cumple parcialmente entre 50% a 25% de los puestos de trabajo 1 punto Menos del 25% de los puestos no tiene una ubicación adecuada de la luminancia 0 punto	Departamento Construcciones de Banco	2	2	1	0

CRITERIOS	COMPONENTES	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumplimiento del requisito			
							Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple	
	Reflectancia	x	x	Acabado de las superficies (superficies mates).	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0	
		x	x	Limitación de luminancia en las luminarias.	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0	
		x	x	Evitar Techos y paredes con colores brillantes.	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0	
	GESTIÓN DEL CONSUMO INTERNO DE ENERGÍA						10 (posibles puntos)			
	Focos LED	x	x	El 100 % de lámparas deben ser de bajo consumo	Departamento Construcciones de Banco	5	5	-	0	
	Sensores de iluminación	x	x	Implementar controles de iluminación en pasillos, escaleras, oficinas, baños, salas de conferencia, letreros. 100 % de las áreas 5 puntos 50% de las áreas 3 puntos	Departamento Construcciones de Banco	5	5	3	0	
AIRE ACONDICIONADO	CLIMATIZACIÓN						20 (posibles puntos)			
	Aire acondicionado con enfriador por agua	x	x	Cuanto mayor sea el valor del EER mayor será la eficiencia energética del equipo. Mínimo de COP 3.5 (equivalente a 11.94 EER y 14.33 SEER) 10 puntos; mayor a COP 6.1 (20.80 EER) 14 puntos	Departamento Construcciones de Banco	14	14	10	0	
	Gestión mejorada de refrigerantes	x	x	Uso de refrigerantes que no afecten la capa de ozono, se recomienda el C 410 y el R410	Departamento Construcciones de Banco	2	2	-	0	

CRITERIOS	COMPONENTES	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumplimiento del requisito		
							Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple
	Equipos de climatización con características de eficiencia energética	x	x	Utilizar equipos con la característica de energy star AAA donde se requiera climatizar cuartos individuales como cajeros automáticos (verificar placa del equipo)	Departamento Construcciones de Banco	4	4	-	0
	Total					100			

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

### Caso Práctico

En el anexo 3 se detalla la evaluación y la verificación de un proyecto próximo a ejecutarse como una remodelación mayor, el puntaje final indica que existen oportunidades de mejora para lograr una certificación como agencia energéticamente sostenible.



## **CAPÍTULO 5**

### **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Esta guía está dirigida para el equipo de diseño y construcciones de una institución financiera, de igual manera, ofrece a una guía a los demás actores como los diseñadores, contratistas, etc.

1. Se concluye que la finalidad no es solo reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en la construcción y remodelación, sino reducir los costos operativos de las agencias o edificios bancarios.
2. Las medidas y guías de construcción están dirigidas para garantizar la eficiencia energética mediante su aplicación en nuevas construcciones, adecuaciones y remodelaciones.
3. Los resultados del consumo de energía eléctrica indican un consumo excesivo principalmente en los equipos de climatización una de las razones probables son elementos de automatización no hacen que las máquinas de climatización y se mantengan encendidos en los días en que no hay operaciones.
4. Se requiere implementar un Manual General de Construcciones donde se especifiquen las dimensiones para losas, paredes y bóvedas, y considerar los factores agregados a sostenibilidad, confort acústico, vibraciones, climatización, balance de cargas, ni iluminación.
5. Las recomendaciones sobre el aprovechamiento de luz natural están dadas bajo los parámetros establecidos en las recomendaciones de las normas en construcción.
6. En esta guía se designan varios intervinientes y tareas o actividades que debe realizar varias áreas involucradas en el proceso de aprobación de planos.

## **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda:

1. Que se incluya en el “Manual de construcciones” la guía de construcción sostenible para que se cumplan los requerimientos establecidos para cada área, de igual manera los anexos explicativos con los parámetros técnicos en caso de requerir mayor información.
2. Considerar la implementación de materiales alternos como estructuras metálicas con planchas de acero galvanizado revestidas con fibras que permitan una menor transmisibilidad de calor y con ello hacer más eficientes los equipos de climatización
3. Implementar energías alternas como paneles solares. Realizar estudios sobre consumo energético en las agencias y gestionar que se realicen inspecciones periódicas en los equipos de climatización y automatismo

## BIBLIOGRAFÍA

- Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (1997). La construcción sostenible: el estado de la cuestión. *Informes de La Construcción*, 49(451), 41–47. <https://doi.org/10.3989/ic.1997.v49.i451.936>
- Alfonso G, C. A. (2018). *Análisis de diferentes clases de vidrio, para la elaboración de una ayuda gráfica como soporte técnico, que considere sus características térmicas, físicas y ópticas*. 68.
- Andrés, M. P. (2012). *Caracterización Del Consumo De Energía Y Potencial De Ahorro Del Sector Industrial Venezolano* [Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/13001/files/TAZ-TFM-2013-1137.pdf>
- Angarita, L. (2020). *Guía de construcción sostenible en Colombia*. Grupo Bancolombia. <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/tendencias/sostenibilidad/guia-de-construccion-sostenible-en-colombia>
- BALBIS, M., TOVAR, I., CASTRO, J. J., & CÁRDENAS, Y. D. (2017). Evaluación energética del sistema bombeo de un esquema de climatización con enfriadoras de agua para un edificio educativo utilizando simulación dinámica. *Espacios*, 38(58), 19. Obtenido de [revistaespacios.com/a17v38n58/17385819.html](http://revistaespacios.com/a17v38n58/17385819.html)
- Blender, M. (2012). *El valor U. La transmitancia térmica en edificación*. <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-valor-u-la-transmitancia-termica-en-edificacion/>
- Borroto, A., & Sánchez, S. (2008). *Manual de Eficiencia Energética en Edificios Públicos*. 11–12. <http://enerpro.com.ec/wp-content/uploads/2019/04/Manual-de-Eficiencia-Energetica-en-Edificios-Publicos.pdf>
- Brenner, B. L., Baldo, M. S., Gonzalez, M. A. S., & Kern, A. P. (2019). Análisis De La Aplicación Da La Normativa Brasileña Nbr 15575 Y Algunas Estrategias Para Aumentar La Calidad Ambiental En Edificios Habitacionales. *MIX Sustentável*, 5(4), 71–78. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.mix2019.v5.n4.71-78>
- CEPAL, C. E. para A. L. y el C. (2016). *INFORME NACIONAL DE MONITOREO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EL SALVADOR*.
- DEXMA. (2020). *ESTRATEGIAS DE GESTIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN BANCA* (p. 56). [https://get.dexma.com/hubfs/White Papers/White Papers Materials/ES - WP Banking - 2020.pdf](https://get.dexma.com/hubfs/White%20Papers/White%20Papers%20Materials/ES%20-%20WP%20Banking%20-%202020.pdf)
- Edge - Excellence In Design For Greater Efficiencies. (2018). *Guía del usuario de EDGE - Versión 2.1* (pp. 1–336).
- Estévez, R. (2013). *10 definiciones sobre sostenibilidad*. Ecointeligencia. <https://www.ecointeligencia.com/2013/02/10-definiciones-sostenibilidad/>

- González Romero, M. M. (2016). *Medidor de eficiencia energética para aires acondicionados de expansión con monitoreo remoto SCADA*.
- Guillén, V., Quesada, F., López, M., Orellana, D., & Serrano, A. (2015). Eficiencia energética en edificaciones residenciales. *Estoa*, 4(7), 59–67. <https://doi.org/10.18537/est.v004.n007.07>
- LEED®-NC. (2005). *Sistema de Clasificación de Edificios Sostenibles Para Nueva Construcción y Grandes Remodelaciones Versión 2.2 Para Consulta y Uso Público Octubre 2005*.
- NEC-11, C. ejecutivo de la norma ecuatoriana de construcción. (2011). CAP.13- EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN EN ECUADOR-021412. In *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN*. <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-13-eficiencia-energic3a9tica-en-la-construccic3b3n-en-ecuador-021412.pdf>
- Osso, A., Gottfried, D., Walsh, T., & Simon, L. (1996). Sustainable building technical manual. *Public Technology Inc., New York*, 292. <http://www.crest.org/doe/sustainable>
- Pourrut, P., Rovere, O., Romo, I., & Villacrés, H. (1995). Clima del Ecuador. *El Agua En El Ecuador: Clima, Precipitaciones, Escorrentía, III*, 13–26. <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010014827>
- Rey, F., & Velasco, E. (2006). *Eficiencia energética en edificios. Certificación y auditorías energéticas* (PARANINFO). [https://books.google.com.ec/books?id=3LykBainW7kC&printsec=frontcover&dq=eficiencia+energetica+que+es&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjR0c2I7M\\_wAhVPnOAKHeYMCsQQ6AEwAHoECAUQAg#v=onepage&q=eficiencia energética que es&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=3LykBainW7kC&printsec=frontcover&dq=eficiencia+energetica+que+es&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjR0c2I7M_wAhVPnOAKHeYMCsQQ6AEwAHoECAUQAg#v=onepage&q=eficiencia%20energetica%20que%20es&f=false)
- Sosa, M., & Siem, G. (2004). *Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes*. [www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/](http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/)
- Spyropoulos, G. N., & Balaras, C. A. (2011). Energy consumption and the potential of energy savings in Hellenic office buildings used as bank branches - A case study. *Energy and Buildings*, 43(4), 770–778. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.12.015>
- Waldman, B., Huang, M., & Simonen, K. (2020). Embodied carbon in construction materials: a framework for quantifying data quality in EPDs. *Buildings and Cities*, 1(1), 625–636. <https://doi.org/10.5334/bc.31>
- Yahyane, F. (2019). *Guía de Bioconstrucción: Materiales y técnicas constructivas sostenibles y saludables*. [file:///C:/Users/Jenifer/Downloads/Guía de Bioconstrucción Materiales Y TECNICAS constructivas sostenibles y saludables \(3\).pdf](file:///C:/Users/Jenifer/Downloads/Guía%20de%20Bioconstrucción%20Materiales%20Y%20TECNICAS%20constructivas%20sostenibles%20y%20saludables%20(3).pdf)

## **ANEXOS**

En el anexo 1 se detalla la información general de una agencia tipo, que es el objeto de análisis en el consumo de energía.

#### Anexo 1 Información general de la agencia monitoreada

<b>Información general de la agencia monitoreada</b>	
Fecha de monitoreo	Octubre- Noviembre
Tipo de monitoreo	Medición de tablero de distribución principal
Área de construcción	1.817 m <sup>2</sup>
Área climatizada	1817 m <sup>2</sup>
Nº de colaboradores	25
Flujo de clientes	1500 por día
Horario de atención	09:00 – 17:00
Tipo de sistema de climatización	Centrales de aire marca carrier de 60 mil y 120 mil BTU

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

La inversión aproximada de este proyecto es de 49.500 \$ solo para la implementación de paneles fotovoltaicos y el payback calculado es de 5 años y 10 meses.

La facturación promedio mensual de CNEL de 8 meses analizados: USD \$2.405,57 y el consumo promedio mensual de energía de 8 meses analizados: 23.205 kWh.

Se plantea instalar 61,6 kWp con un equipo de las siguientes características:

- Potencia de cada panel o módulo solar: 385 Wp.
- Tipo de módulo: Monocristalino.
- Número de módulos: 160 paneles.
- Área requerida: 350 mts<sup>2</sup> aproximadamente.

Ubicación: Sobre cubierta de la agencia.

Con la planta solar fotovoltaica de 61,6 kWp, en la ubicación determinada, se estima una producción energética anual de 79.587 kWh.

En el anexo 2 se realiza un análisis comparativo del consumo mensual de una agencia bancaria con paneles fotovoltaicos y el ahorro promedio anual.

Anexo 2 Estimación de ahorro con implementación de energía solar

MES	SIN ENERGÍA SOLAR		CON ENERGÍA SOLAR			
	FACTURACIÓN ESTIMADA		ENERGIA PRODUCIDA Kwh	FACTURACIÓN ESTIMADA		AHORRO
	CONSUMO (kWh)	FACTURA CNEL1 (\$)		CONSUMO (kWh)	FACTURA CNEL2 (\$)	
Enero	11995,2	\$ 1.317,85	3892	8103	\$ 889,71	\$ 428,14
Febrero	12322	\$ 1.419,34	4192	8130	\$ 892,69	\$ 526,65
Marzo	11342	\$ 1.314,87	5026	6316	\$ 693,54	\$ 621,33
Abril	9139,2	\$ 1.020,14	4023	5117	\$ 561,81	\$ 458,33
Mayo	9873,6	\$ 1.116,23	3630	6244	\$ 685,55	\$ 430,68
Junio	10852	\$ 1.231,64	4112	6740	\$ 740,01	\$ 491,63
Julio	11342,4	\$ 1.249,53	4529	6813	\$ 748,08	\$ 501,45
Agosto	12403,2	\$ 1.358,70	3869	8534	\$ 937,01	\$ 421,69
Septiembre						
Octubre						
Noviembre						
Diciembre						
<b>TOTAL</b>	\$ 89.269,60	\$ 10.028,30	\$ 33.273,16	\$ 55.996,44	\$ 6.148,41	\$ 3.879,89
<b>PROMEDIO</b>	11159	\$ 1.253,54	4159	7000	\$ 768,55	\$ 484,99

Resumen del Análisis Económico:

- Ahorro promedio mensual: **\$ 485,00.**
- Ahorro promedio anual: **\$ 5.820,00.**
- Porcentaje de ahorro económico sobre facturación: **39%.**

Fuente: (Oscar Calderón, 2021)

Anexo 3 Evaluación y la verificación de un proyecto próximo a ejecutarse como una remodelación mayor.

Puntuación y verificación							Cumplimiento del requisito			AG AEROPUERTO
CRITERIOS	COMPONENTE	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple	PUNTUACIÓN
GENERALES	GENERAL					5				2
	Línea base	x		Informes meteorológicos del INAMHI Ecuador	Requerido	REQUERIDO				REQUERIDO
			x		Identificación de tendencias de consumo de energía	Requerido	REQUERIDO			
	Cumplimiento de permisos administrativos	x	x	Permisos de: construcción, Ambientales, Bomberos y exigencias de los gobiernos locales	Requerido	REQUERIDO				REQUERIDO
	Gestión de desechos	x	x	Gestión de desechos durante la obra, escombros u otro material que se genere, Clasificación Acopio y disposición final	Departamento Construcciones de Banco	3	3	2	0	1
	Prevención de contaminación	x	x	Mitigación de agentes contaminantes derivados de la construcción en cumplimiento con la normativa	Departamento Construcciones de Banco	2	2	1	0	1
PRELIMINARES	LOCALIZACIÓN					2				0
	Selección adecuada de la ubicación	x	x	Evaluación de riesgos naturales a través de la metodología de Mosler: Amenaza sísmica, Morfológica y Morfoclimática		3	3			



Puntuación y verificación							Cumplimiento del requisito			AG AEROPUERTO
CRITERIOS	COMPONENTE	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple	PUNTUACIÓN
	Orientación de la edificación	x		Se recomienda ubicar las fachadas considerando la protección o ganancia solar, en relación a la trayectoria del sol de este a oeste, el Este nos da luz en la mañana, Sur a Media mañana y el oeste en la tarde.	Departamento Construcciones de Banco	1	1		0	0
	Forma de la edificación			El diseño Arquitectónico de la agencia garantice amplitud y se aproveche la sombra de los edificios contiguos y de la misma estructura).	Departamento Construcciones de Banco	1	1		0	
ENVOLVENTE DE LA EDIFICACION (Optimizar el rendimiento energético)						20				12
DISEÑO CIVIL Y ARQUITECTÓNICO	Relación ventana Pared (resulta dividir el área específica de acristalamiento por el área total de la pared)	x	x	Relación de superficie - ventana N-S menor el WWR 30 %	Departamento Construcciones de Banco	3	3	2 50%	0	2
	Vidrio	x	x	Panel Low E de alto desempeño acústico y confort térmico Paneles combinados con vacío aire deshidratado o argón (4mm Low E + 0,3 vacío + 4 mm)	Departamento Construcciones de Banco	5	5		0	0

Puntuación y verificación							Cumplimiento del requisito			AG AEROPUERTO
CRITERIOS	COMPONENTE	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple	PUNTUACIÓN
				Panel Low E de alto desempeño acústico y confort térmico Paneles combinados con vacío aire deshidratado o argón (5mm Low E + 0,3 vacío + 5 mm)						
	Control Solar Externo	x	x	En caso de que no se aplique vidrios certificados se deberá utilizar medios de control adicionales como persianas y arenados.	Departamento Construcciones de Banco	3	persianas 3	areando 2	0	2
	Color de paredes internas	x	x	Color: Blanco cal	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0	2
	Confort Térmico	x	x	Temperatura radiante media de superficies del local entre 21 - 23 °C; Velocidad del aire entre 0,05 y 0,15 m/s; Humedad relativa entre el 40 y el 65 %	Departamento Construcciones de Banco	5	5	3	0	5
	Confort Acústico	x	x	Debe situarse el ruido en oficinas entre (55 y 65 dB (A))	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0	1
MATERIALES Y RECURSOS						20				10
	Los materiales de construcción usados en las edificaciones si se cumplen con al menos dos	x	x	Uso de materiales con contenido reciclado 20%	Departamento Construcciones de Banco	20	20	10	0	10
		x	x	Uso de materiales locales que el lugar de fabricación no sea mayor a 100 km.	Departamento Construcciones de Banco					

Puntuación y verificación							Cumplimiento del requisito			AG AEROPUERTO	
CRITERIOS	COMPONENTE	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTAJACIÓN	Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple	PUNTAJACIÓN	
	parámetros de los enunciados	x	x	Implementar construcciones desmontables que permitan recuperar los materiales y posteriormente ser utilizados en otro edificio.	Departamento Construcciones de Banco						
		x	x	Considerar materiales que durante su fabricación incluyan mejoras tecnológicas que mejoren las propiedades energéticas, físicas y mayor vida útil.	Departamento Construcciones de Banco						
		x	x	Se debe utilizar materiales que contengan un bajo o nulo nivel de toxicidad desde el momento de su fabricación, operación, vida útil y disposición final	Departamento Construcciones de Banco						
	MITIGACIÓN DE LAS CARGAS DE CALOR SOLAR						20				5
	Aislamiento de pared del exterior al interior	x	x	concreto de 15 cm + fibra o lana de vidrio	Departamento Construcciones de Banco	7	7	4	0		
		x	x	concreto de 15 cm + acabados finales	Departamento Construcciones de Banco						
	Aislamiento del techo	x	x	concreto de 15 a 20 cm + impermeabilizante	Departamento Construcciones de Banco	7	7	4	0		
		x	x	concreto de 15 a 20 cm + poliuretano	Departamento Construcciones de Banco						

Puntuación y verificación							Cumplimiento del requisito			AG AEROPUERTO
CRITERIOS	COMPONENTE	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple	PUNTUACIÓN
	Acado Final externo	x	x	Utilizar pintura reflectiva para techado y paredes externas con un Índice de Reflectancia Solar (SRI) del 70% mínimo.	Departamento Construcciones de Banco	6	6	3	0	2
ILUMINACIÓN	ILUMINACIÓN ARTIFICIAL					20				20
	Distribución de la luminancia	x	x	De 300 a 500 luxes en planos de trabajo	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0	2
		x	x	baños 20 luxes	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0	2
		x	x	Escaleras y pasillos 100 luxes	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0	2
		x	x	Disposición uniforme y del mismo color en luminarias y puestos de trabajo.	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0	2
		x	x	Acabado de las superficies (superficies mates).	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0	2
		x	x	Iluminación Natural en ventanas	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0	2
	Reflectancia	x	x	Ubicación adecuada en los puestos de trabajo	Departamento Construcciones de Banco	2	2	1	0	2
		x	x	Acabado de las superficies (superficies mates).	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0	2
			x	x	Limitación de luminancia en las luminarias.	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0

Puntuación y verificación							Cumplimiento del requisito			AG AEROPUERTO
CRITERIOS	COMPONENTE	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple	PUNTUACIÓN
		x	x	Evitar Techos y paredes con colores brillantes.	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0	2
GESTIÓN DEL CONSUMO INTERNO DE ENERGÍA						10				7
	Focos LED	x	x	El 100 % de lámparas deben ser de bajo consumo	Departamento Construcciones de Banco	5	5		0	5
	Sensores de iluminación	x	x	Implementar controles de iluminación en pasillos, escaleras, oficinas, baños, salas de conferencia, letreros. 100 % de las áreas	Departamento Construcciones de Banco	5	5	3	0	2
CLIMATIZACIÓN						20				16
AIRE ACONDICIONADO	Sistema de climatización con enfriador por agua	x	x	Cuanto mayor sea el valor del EER mayor será la eficiencia energética del equipo. Mínimo de COP 3.5 (equivalente a 11.94 EER y 14.33 SEER) 10 puntos; mayor a COP 6.1 (20.80 EER) 14 puntos	Departamento Construcciones de Banco	14	14	10	0	10
	Gestión mejorada de refrigerantes	x	x	Uso de refrigerantes que no afecten la capa de ozono, se recomienda el C 410 y el R410	Departamento Construcciones de Banco	2	2		0	2

Puntuación y verificación							Cumplimiento del requisito			AG AEROPUERTO
CRITERIOS	COMPONENTE	Nueva construcción	Remodelación	REQUISITO	RESPONSABLE	PUNTUACIÓN	Cumple	Cumplimiento parcial	No cumple	PUNTUACIÓN
	Equipos de climatización con características de eficiencia energética	x	x	Utilizar equipos con la característica de energy star AAA donde se requiera climatizar cuartos individuales como cajeros automáticos (verificar placa del equipo)	Departamento Construcciones de Banco	4	4		0	4
<b>Total</b>						<b>97</b>				<b>52</b>
Energía alternativa	Implementación de energía renovables	x	x	Producción de energía renovable	Departamento Construcciones de Banco	10				0