

Comparación de Demanda de Energía Primaria (DEP) y emisiones de CO₂e entre barrios convencionales* y barrios certificados Minergie

¿En qué medida una urbanización certificada bajo el estándar Minergie en América Latina supera a una urbanización convencional, en términos de los dos indicadores clave de la construcción sostenible: Demanda de Energía Primaria (DEP) y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)?

Contexto

La transformación del entorno construido es clave para la descarbonización urbana en América Latina, donde el sector construcción concentra el 37% del consumo final de energía y el 20% de las emisiones (Global Status Report 2022). En barrios populares y nuevas urbanizaciones, lograr eficiencia energética no es opcional, sino imprescindible para mejorar la calidad de vida y reducir la huella climática.

Ante este desafío, la certificación Minergie, desarrollada en Suiza, establece un estándar que impulsa la eficiencia en el uso de energía y agua, fomenta la incorporación de energías renovables y contribuye a la reducción de emisiones de GEI. Asimismo, favorece que edificaciones y barrios se adapten al cambio climático, integren espacios interiores y exteriores saludables y aseguren un confort de alto nivel, constante y sostenible en el tiempo. Su implementación en América Latina exige una validación rigurosa que considere las condiciones climáticas, normativas, constructivas y de mercado de cada país, así como su viabilidad técnica, financiera y regulatoria. Este estudio se orienta a responder a esa necesidad.

En el marco del Proyecto CEELA – Fase II (2024–2027), respaldado por COSUDE, se busca consolidar los avances de la primera fase, mediante el impulso a la implementación del estándar Minergie en sus dos variantes: Minergie LATAM, nivel “máximo”, orientado a edificaciones individuales (viviendas, escuelas y oficinas); y Minergie Barrio, diseñado para desarrollos urbanos que integran eficiencia de edificios con sostenibilidad del entorno comunitario. La iniciativa se orienta a posicionar a Minergie como un estándar aplicable en la región y generar evidencia técnica que sustente su integración en marcos técnicos, regulatorios y financieros de impulso a la edificación sustentable

Objetivo principal

Evaluar de manera rigurosa y comparativa el impacto de la Certificación Minergie en el desempeño energético y ambiental de desarrollos urbanos en América Latina. El análisis técnico se centra en la fase operativa de los edificios, con el fin de cuantificar y demostrar los beneficios de la certificación frente a edificaciones convencionales, particularmente en términos de:

Minergie se presenta y analiza como una base técnica adaptable y perfeccionable, capaz de impulsar una nueva generación de barrios energéticamente eficientes. Este estudio se enfoca en dar a conocer, demostrar, adaptar y habilitar dicho potencial.

Reducción de Demanda de Energía Primaria (DEP)

Mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Cobertura geográfica del estudio:


México


Colombia


Ecuador


Perú

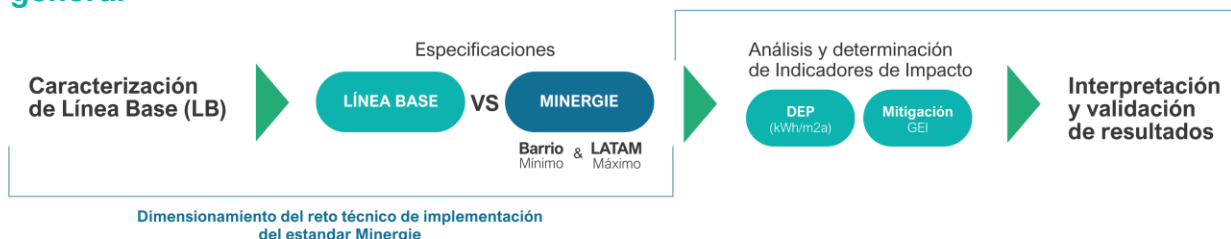
Alcances

Condiciones climáticas	Edificaciones evaluadas	Tipos de barrios analizados		
- Cálido húmedo (CH) - Cálido seco (CS) - Templado (T)	 Vivienda unifamiliares  Vivienda multifamiliar  Edificios funcionales (Oficinas)	Urbanización unifamiliar de baja densidad (48 viv/ha)	Urbanización multifamiliar de alta densidad (128 viv/ha)	Urbanización de edificios comerciales de alta densidad (2.02 m ² construidos / m ² terreno)

* Barrios construidos conforme a la regulación vigente y practicas constructivas tradicionales.

Enfoque metodológico general

Dimensionamiento del impacto y potencial de implementación del estándar Minergie



La metodología del estudio se estructura en fases secuenciales que permiten dimensionar tanto el reto técnico de implementación (A) como el impacto y potencial de la Certificación Minergie en contextos urbanos reales de América Latina (B). Cada fase del estudio responde a una lógica progresiva que parte de la identificación del marco normativo vigente y la caracterización detallada de la Línea Base (1), continúa con su comparación frente a los requerimientos establecidos en el *Reglamento para la Certificación Minergie Barrio* (mínimo) y en *Minergie LATAM* (máximo) (2), avanza hacia la generación de indicadores de impacto DEP y mitigación de CO₂e (mediante el modelado y simulación energética de edificaciones y barrios representativos) (3) y concluye con la validación e interpretación de resultados y oportunidades (4).

Enfoques, premisas y condicionantes aplicados en cada etapa metodológica

Caracterización de la Línea Base (LB)	Comparación LB vs Minergie	Generación de indicadores de impacto
Condiciones de referencia que garanticen representatividad del contexto del sector edificación en cada país: - Marco regulatorio vigente obligatorio - Prácticas constructivas habituales del sector Enfoque en segmento socioeconómico medio-bajo, predominante en la urbanización de los países analizados y coherente con los objetivos sociales del Proyecto CEELA.	Criterios de comparación cualitativa: - Nivel de exigencia técnica - Cobertura del criterio - Homogeneidad de la métrica y forma de evaluación. - Flexibilidad de cumplimiento - Viabilidad técnica y disponibilidad de mercado - Alineación normativa y potencial de integración	Escalas de análisis: - Edificaciones individuales y Barrios representativos Criterios para caracterización de prototipos edificación y barrios: - Prevalencia tipológica, viabilidad normativa, relevancia energética y homogeneidad constructiva - Representatividad, coherencia entre densidad, uso de suelo y restricciones normativas urbanas Criterios para simulación energética dinámica: - Software Design Builder + EnergyPlus - Presencia de sistemas activos de climatización - Enfoque en fase operativa de la edificación - Parámetros técnicos de entrada para simulaciones (consultar en descargable a partir de fila 85) [Download] Indicadores de ahorro y mitigación (reducción neta) = reducción por eficiencia + compensación por generación fotovoltaica
Validación de resultados: Comprobación cruzada mediante simulaciones, literatura técnica, consultas con expertos* y análisis de sensibilidad *Andrés García (Ecuador y Colombia), Luis Fernando Espinoza Casillo (Perú) y Magaly Villareal (México).		

Asignación geográfica y climática considerada



Resultados

Los resultados del estudio se presentan a continuación divididos en dos bloques (A y B). Además de los hallazgos técnicos, se destacan **insumos estratégicos** que refuerzan la adopción progresiva del estándar Minergie en la región:

(A)

Dimensionamiento del reto técnico de implementación

A.1

Caracterización de LB regionales

A.2

Comparativo LB vs Minergie

(B)

Dimensionamiento del impacto y potencial de Certificación Minergie

B.1

Indicadores de impacto Minergie (DEP y Mitigación CO₂e)

B.2

Oportunidades de aplicación y escalonamiento

A.1

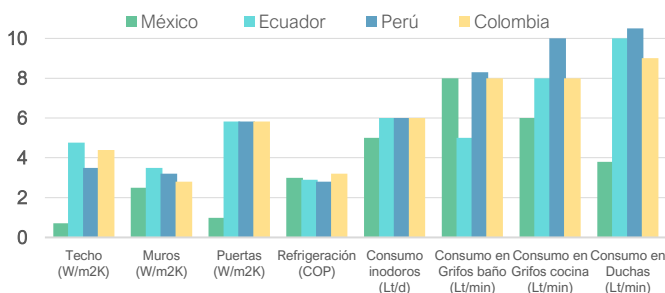
Caracterización de Líneas Base



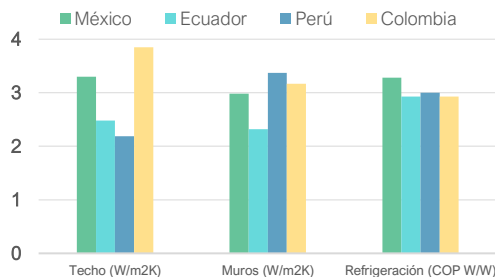
La caracterización de la LB para edificaciones de vivienda (unifamiliar y multifamiliar) y Oficinas para cada uno de los 4 países y climas estudiados puede ser consultado en el enlace de descarga.

La comparación entre Líneas Base de cada país permite demostrar con evidencia técnica las brechas existentes, derivadas de exigencias normativas, prácticas constructivas y condiciones de mercado. Tal como muestran las **gráficas 1 y 2**, se evidencian diferencias cuantificables en tres aspectos clave: (i) el valor U de techos y muros, con variaciones de hasta 85 y 72% entre países; (ii) el COP de equipos de refrigeración, con una brecha del 12%; y (iii) el consumo de agua en duchas, con diferencias de hasta 63%. Estos resultados confirman que cada país parte de un punto de referencia distinto, lo que implica un nivel de esfuerzo variable (tanto técnico como financiero) hacia el cumplimiento de estándares de eficiencia energética y sostenibilidad

Gráfica 1. Variación de componentes de LB en Vivienda



Gráfica 2. Variación de componentes de LB en oficinas



A.2

Comparativo cualitativo LB vs Minergie



El análisis comparativo entre las Líneas Base y Minergie (consultable en el descargable) permitió identificar oportunidades de mejora que se trabajan para afinar y calibrar el estándar, asegurando su regionalización, factibilidad y escalabilidad. Esta adaptación progresiva fortalece su implementación en diversos contextos y consolida una ruta de mejora continua orientada a generar impactos sostenidos en la descarbonización del sector.

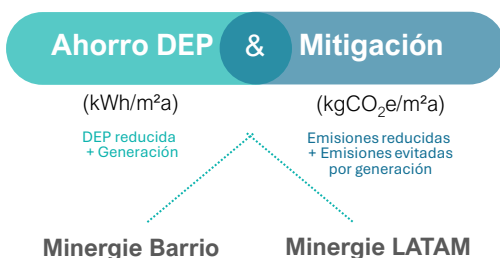
Algunas categorías de continua calibración identificadas son:

Exigencias diferenciadas: mínimos viables y máximos de alto desempeño.
Nuevos criterios: eficiencia en iluminación y sistemas de agua caliente.
Combustibles: selección según factores de emisiones y eficiencia energética local.
Regulación: alineación con marcos normativos nacionales.
Socioeconomía: exigencias ajustadas a capacidad de inversión.

B.1 Indicadores de impacto Minergie (Ahorro en DEP y Mitigación CO₂e)



Insumo técnico clave que presenta indicadores cuantitativos de impacto energético y climático por tipología de edificación (unifamiliar, multifamiliar y oficinas) en los cuatro países analizados, reportados a nivel de edificio (intensidad: kWh/m²a; kgCO₂e/m²a) y de barrio (totales: MWh/a; tCO₂e/a). Estos indicadores permiten proyectar el desempeño de proyectos que cumplen con los requisitos de los estándares Minergie Barrio y Minergie LATAM.

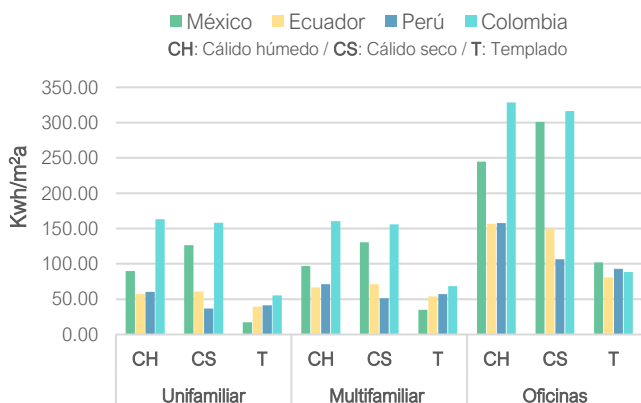


Los valores de “reducción neta” (ahorros y mitigación) reportados se entienden como un balance entre la reducción absoluta de la demanda energética o emisiones generadas por las medidas de eficiencia implementadas (envolvente, iluminación, equipos, ACS, etc.) y la compensación adicional derivada de la generación fotovoltaica integrada en el proyecto. Consultar en archivo descargable el desglose de indicadores por rubro.

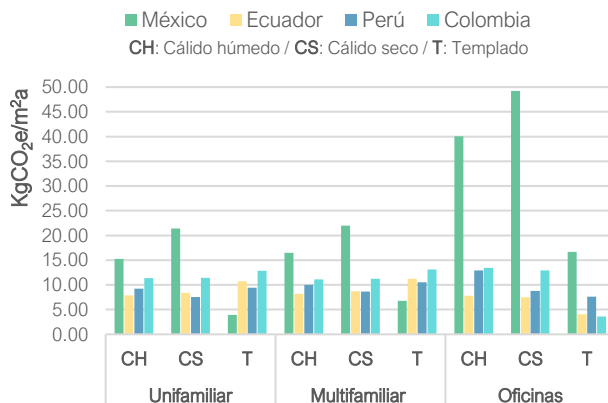
T. 1. Indicadores de Impacto para edificación – Minergie Barrio

		MÉXICO				ECUADOR				PERU				COLOMBIA			
		Ahorro DEP		Mitigación CO ₂ e		Ahorro DEP		Mitigación CO ₂ e		Ahorro DEP		Mitigación CO ₂ e		Ahorro DEP		Mitigación CO ₂ e	
		kWh/m ² a	%	Kg CO ₂ e/m ²	%	kWh/m ² a	%	Kg CO ₂ e/m ²	%	kWh/m ² a	%	Kg CO ₂ e/m ²	%	kWh/m ² a	%	Kg CO ₂ e/m ²	%
Unifamiliar	Cálido húmedo	89.62	28.8%	15.27	29.0%	57.18	22.6%	7.85	35.2%	60.43	22.2%	9.26	30.5%	163.39	40.2%	11.39	43.3%
Multifamiliar		97.18	33.1%	16.49	32.9%	66.48	27.4%	8.17	35.8%	71.01	27.2%	10.00	33.0%	160.41	42.5%	11.12	42.4%
Oficina		244.98	45.8%	40.05	45.8%	156.75	39.4%	7.84	39.4%	157.57	38.3%	12.95	38.3%	328.69	51.2%	13.43	51.2%
Unifamiliar	Cálido seco	126.70	32.2%	21.42	32.3%	60.59	25.9%	8.37	38.5%	36.59	15.8%	7.57	27.6%	158.07	39.9%	11.44	43.7%
Multifamiliar		130.37	35.6%	22.00	35.4%	71.26	31.4%	8.74	39.1%	51.51	22.8%	8.66	31.3%	156.02	42.3%	11.21	42.9%
Oficina		301.15	45.0%	49.23	45.0%	150.22	41.3%	7.51	41.3%	106.47	31.2%	8.75	31.2%	316.15	50.8%	12.92	50.8%
Unifamiliar	Templado	17.27	6.8%	3.91	8.9%	39.37	13.5%	10.75	38.4%	41.47	20.3%	9.43	35.5%	55.40	17.5%	12.89	45.1%
Multifamiliar		34.90	14.2%	6.76	15.8%	53.88	19.4%	11.21	39.6%	57.24	28.2%	10.54	38.8%	68.35	22.6%	13.10	45.3%
Oficina		102.05	24.1%	16.68	24.1%	80.86	19.2%	4.04	19.2%	92.85	33.8%	7.63	33.8%	88.64	20.5%	3.62	20.5%

Gráfica 3. Ahorro DEP
(Balance de Reducción neta en DEP)



Gráfica 4. Mitigación CO₂e
(Balance de Reducción neta de Emisiones)

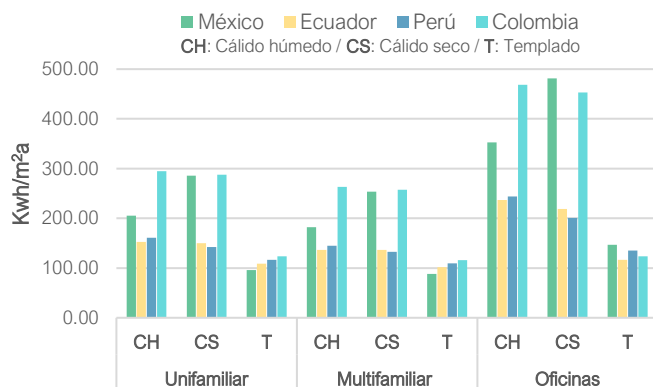


Las gráficas 3 y 4 ilustran visualmente los indicadores expuestos en la Tabla T.1.

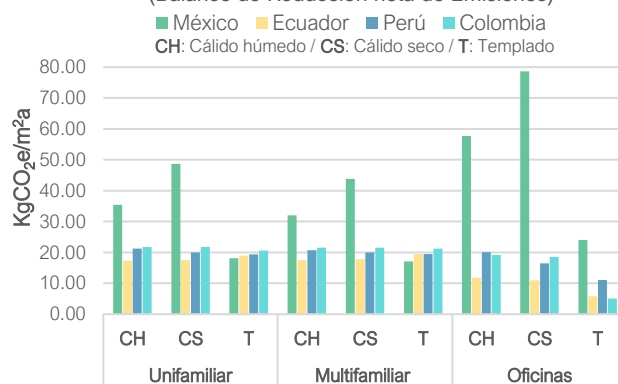
T.2. Indicadores de Impacto para edificación – Minergie LATAM

		MÉXICO				ECUADOR				PERU				COLOMBIA			
		Ahorro DEP		Mitigación CO ₂ e		Ahorro DEP		Mitigación CO ₂ e		Ahorro DEP		Mitigación CO ₂ e		Ahorro DEP		Mitigación CO ₂ e	
		kWh/m ² a	%	Kg CO ₂ e/m ²	%	kWh/m ² a	%	Kg CO ₂ e/m ²	%	kWh/m ² a	%	Kg CO ₂ e/m ²	%	kWh/m ² a	%	Kg CO ₂ e/m ²	%
Unifamiliar	Cálido húmedo	205.29	66.0%	35.47	67.3%	152.23	60.3%	17.31	77.5%	160.75	59.1%	21.25	69.9%	294.5	72.5%	21.72	82.6%
		182.22	62.1%	32.00	63.8%	136.17	56.1%	17.51	76.7%	144.55	55.4%	20.70	68.4%	263.2	69.7%	21.53	82.1%
		352.79	66.0%	57.67	66.0%	237.08	59.5%	11.85	59.5%	244.02	59.3%	20.06	59.3%	468.5	73.0%	19.15	73.0%
Multifamiliar	Cálido seco	285.84	72.7%	48.72	73.5%	150.12	64.1%	17.55	80.7%	142.16	61.2%	19.99	73.0%	287.4	72.6%	21.71	83.0%
		253.87	69.4%	43.79	70.5%	136.46	60.2%	17.86	79.8%	132.55	58.6%	19.97	72.2%	257.3	69.7%	21.55	82.5%
		481.30	71.9%	78.68	71.9%	218.61	60.1%	10.93	60.1%	200.53	58.8%	16.48	58.8%	452.7	72.8%	18.50	72.8%
Oficina	Templado	96.23	37.6%	18.11	41.0%	109.01	37.5%	18.94	67.6%	116.63	57.1%	19.34	72.8%	123.7	39.0%	20.66	72.3%
		87.96	35.8%	17.04	39.8%	101.55	36.5%	19.45	68.8%	109.14	53.8%	19.46	71.7%	115.9	38.3%	21.25	73.6%
		146.87	34.7%	24.01	34.7%	116.74	27.7%	5.84	27.7%	135.23	49.3%	11.12	49.3%	123.4	28.5%	5.05	28.5%

Gráfica 5. Ahorro DEP
(Balance de Reducción neta en DEP)



Gráfica 6. Mitigación CO₂e
(Balance de Reducción neta de Emisiones)



De acuerdo con los indicadores de impacto, el estándar Minergie LATAM actualmente cumple con los umbrales establecidos para la Contribución Sustancial, determinados por la Taxonomía Sostenible de México.

Indicadores de Impacto para Barrios representativos – Minergie Barrio

Para visibilizar el impacto del estándar Minergie a escala barrial, se determinan indicadores cuantitativos de impacto energético y climático para 12 barrios modelo (cada uno representativo de una configuración urbanística, una tipología edificatoria y una de las tres zonas climáticas consideradas).

Esta aproximación permite proyectar a escala urbana los impactos observados en prototipos edificatorios y estimar el efecto agregado de su implementación en contextos reales. Los resultados evidencian el potencial del estándar para elevar la eficiencia energética y reducir emisiones cuando se aplica integralmente al entorno construido, generando insumos estratégicos para su incorporación en mecanismos regulatorios, financieros y de planeación territorial (ver T.3.).

Enfoque operativo para la interpretación y aplicación de los indicadores en escenarios reales (T. 3):

El indicador a nivel barrio refleja el impacto agregado total de implementar Minergie Barrio en un conjunto urbano; por ejemplo, en Ecuador, un barrio multifamiliar de alta densidad (128/ha) en clima cálido húmedo puede ahorrar 420.32 MWh/a y mitigar 51.64 tCO₂e/a.

El indicador por edificio muestra el impacto por unidad tipológica (intensidad), útil para proyecciones escalables o financiamiento por vivienda; en el ejemplo, cada unidad multifamiliar ahorra 61.49 kWh/m²a y mitiga 7.55 kgCO₂e/m²a.



T.3. Indicadores de Impacto para Barrios representativos – Minergie Barrio

			Impacto por Edificio (Intensidad: kWh/m ² a, kgCO ₂ e/m ² a)				Impacto por Barrio (Totales: MWh/a, tCO ₂ e/a)			
			Ahorro vs LB DEP		Mitigación vs LB CO ₂ e		Ahorro vs LB DEP		Mitigación vs LB CO ₂ e	
			kWh/m ² a	%	KgCO ₂ e/m ² a	%	MWh/a	%	tCO ₂ e/a	%
MÉXICO	Barrio Unifam	Cálido seco	123.53	32.22%	20.88	32.31%	425.74	32.22%	71.96	32.31%
	Barrio Multifam	Cálido húmedo	89.89	33.14%	15.25	32.89%	614.41	33.14%	104.26	32.89%
	Barrio Oficina	Templado	101.03	24.10%	16.52	24.10%	1,346.51	24.10%	220.12	24.10%
ECUADOR	Barrio Unifam	Cálido seco	59.08	25.87%	8.16	38.47%	203.61	25.87%	28.13	38.47%
	Barrio Multifam	Cálido húmedo	61.49	27.40%	7.55	35.77%	420.32	27.40%	51.64	35.77%
	Barrio Oficina	Templado	80.05	19.18%	4.00	19.18%	1,066.87	19.18%	53.34	19.18%
PERU	Barrio Unifam	Cálido seco	35.67	15.76%	7.38	27.64%	122.94	15.76%	25.43	27.64%
	Barrio Multifam	Cálido húmedo	65.68	27.20%	9.25	33.03%	448.94	27.20%	63.24	33.03%
	Barrio Oficina	Templado	91.92	33.83%	7.56	33.83%	1,225.09	33.83%	100.70	33.83%
COLOMBIA	Barrio Unifam	Cálido seco	154.12	39.90%	11.16	43.75%	531.17	39.90%	38.45	43.75%
	Barrio Multifam	Cálido húmedo	148.38	42.45%	10.29	42.43%	1,014.18	42.45%	70.32	42.43%
	Barrio Oficina	Templado	87.76	20.50%	3.59	20.50%	1,169.64	20.50%	47.80	20.50%

En conjunto, los resultados validados, ofrecen una base sólida y confiable para la toma de decisiones y la valoración de la escalabilidad del estándar en la región.

Algunos puntos clave:

- Impacto comprobado de Minergie Barrio:**

A nivel de unidad edificatoria, los desarrollos que cumplen con los requisitos técnicos de Minergie Barrio presentan ahorros en DEP que oscilan entre 35.67 kWh/m²a (15.76%) y 154.12 kWh/m² (39.9%) y reducciones en emisiones de CO₂e de 3.59 a 20.88 kgCO₂e/m²a, dependiendo del país, clima y tipología constructiva.

A nivel de barrio urbano, los conjuntos que cumplen con los criterios del estándar proyectan ahorros acumulados que alcanzan 1,014.18 MWh/a en barrios multifamiliares de alta densidad (128 viv/ha) y 1,346.51 MWh/a en barrios comerciales de oficinas de alta densidad, con variaciones determinadas por la densidad, la composición tipológica y las condiciones climáticas del entorno.

- Brechas normativas:** La comparación de Líneas Base evidencia diferencias de hasta 85% en techos, 72% en muros, 12% en COP de refrigeración y 63% en duchas, confirmando heterogeneidad técnica y regulatoria que determina esfuerzos diferenciados de cumplimiento.
- Limitaciones regulatorias:** Salvo excepciones puntuales, las normas nacionales no diferencian entre climas dentro de un mismo país, lo que reduce su efectividad y refuerza la pertinencia de un estándar con enfoque climático explícito.
- Oportunidades de calibración:** Se identifica potencial en la diferenciación de mínimos y máximos; la incorporación de especificaciones de rendimiento para iluminación (DPI W/m²) y agua caliente (COP o % de eficiencia térmica); la alineación progresiva entre reducción de demanda, electrificación y generación renovable; la selección de combustibles según contexto (considerando factores de emisión y energía primaria); la homologación de métricas técnicas; y el ajuste socioeconómico de exigencias.
- Valor estratégico:** Los resultados confirman que Minergie cumple criterios de eficiencia y mitigación alineados con taxonomías sostenibles, respaldando su potencial de integración en políticas públicas, vivienda y financiamiento verde.

B.2

Oportunidades de aplicación y escalamiento Recomendaciones

Proyectar beneficios ambientales desde el diseño

Los indicadores validados por este estudio permiten anticipar el impacto ambiental positivo de un proyecto que cumpla con el estándar Minergie, facilitando su uso en decisiones técnicas, regulatorias o de financiamiento climático.

Aplicar medidas con alto impacto técnico desde ahora

El estudio identifica qué componentes del estándar generan los mayores beneficios. Esta información permite implementar mejoras eficaces de forma inmediata, incluso mientras el estándar sigue ajustándose al contexto regional.

Escalar el impacto urbano a través de la certificación barrial

La posibilidad de certificar barrios completos convierte a Minergie en una herramienta poderosa para proyectos urbanos integrales, programas de vivienda o estrategias de renovación a gran escala.

Elevar el nivel técnico de proyectos en la etapa inicial

Incorporar criterios Minergie en concursos o licitaciones permite mejorar la calidad ambiental de los proyectos desde el diseño, alineándolos con metas climáticas y estándares de eficiencia energética.

Traducir desempeño ambiental en acceso a financiamiento verde

El cumplimiento de Minergie, respaldado por indicadores concretos, permite estructurar proyectos que respondan a los requisitos técnicos de instrumentos financieros verdes, facilitando su viabilidad y escalabilidad.

Contacto: contacto@minergie.mx