

ESTIMACIÓN CURVA DE ABATIMIENTO DE GASES EFECTO INVERNADERO SECTOR VIVIENDA URBANA

Ángela Cadena, Hernando Vargas, Ana Ozuna, José Guevara, Mónica Espinosa,
Katherine Ovalle, Camila Rodríguez

FACULTAD DE INGENIERÍA

Septiembre 20 de 2012

1. Formulación de la metodología

1. Aspectos generales
2. Selección de etapas del ciclo de vida Estimación del stock de viviendas y tipologías de construcción
3. Identificación y selección de medidas de abatimiento de GEI
4. Definición de criterios para la modelación de costos de las medidas y su respectiva evaluación

2. Modelación de línea base y evaluación de medidas de abatimiento

1. Aspectos generales
2. Producción de materiales
3. Construcción
4. Uso y operación de las viviendas
5. Diseño técnico y arquitectónico

3. Escenarios de mitigación por etapa

1. Producción de materiales
2. Uso y operación
3. Diseño técnico y arquitectónico

4. Curva de abatimiento por etapa

1. Producción de materiales
2. Uso y operación
3. Diseño técnico y arquitectónico

- Conformar la línea base de emisiones Gases Efecto Invernadero (GEI) del sector vivienda urbana en Colombia
- Proponer escenarios de referencia de emisiones a partir de información del sector
- Identificar y evaluar medidas de mitigación
- Conformar curvas de abatimiento.

Aspectos generales

- Tres pisos térmicos representativos del país:
Bogotá, Medellín, y Barranquilla.
- Evaluación de dos segmentos de vivienda:
 - VIS y No VIS.
- Selección de dos tipologías de vivienda:
 - Unifamiliar y multifamiliar.
- Análisis de tres técnicas constructivas:
 - Mampostería estructural
 - Mampostería confinada
 - Industrializado.

METODOLOGÍA

Producción de materiales

- Alcance:
- Cálculo de emisiones por procesos productivos y combustión (vidrio, acero, ladrillo y cemento)
- Evaluación de medidas de mitigación para cemento

Construcción

- Alcance:
- Se identificó potencial de reducción y se presenta de forma descriptiva 3 medidas de mitigación por: mejoras operativas, en combustible y tecnológicas

Uso y operación

- Alcance:
- Planteamiento de un escenario de referencia incluyendo confort
- Evaluación de medidas por eficiencia energética y sustitución de combustible

Diseño técnico y arquitectónico

- Alcance:
- Simulación en HEED de los prototipos de viviendas seleccionadas
- Evaluación de medidas agrupadas en 3 paquetes: pasivas, activas y retrofit

Demolición y disposición final

- No fue evaluada por falta de información

Caracterización

- Stock por tipo de vivienda y técnica constructiva en cada ciudad
- Producción de materiales
- Consumo de energía en obra y transporte cemento
- Consumo de energía en uso y operación vivienda

Proyección
2008-2040

- Tasa de crecimiento de población y viviendas por ciudad
- Escenarios inercial y de referencia en cada etapa para consumo y emisiones

Identificación

- Búsqueda y selección de medidas de mitigación en cada etapa
- Evaluación costo-beneficio de las medidas
- Potencial de reducción con la implementación de todas las medidas por etapa

Estimación del stock de viviendas y tipologías de construcción

ZONA METROPOLITANA DE BOGOTÁ					
				Año Base	Total año base
VIS	UNI	64%	ME	75%	38,4%
			MC	25%	12,8%
			IND	0%	0,0%
80%	MULTI	36%	ME	61%	17,6%
			MC	20%	5,8%
			IND	19%	5,5%
NO VIS	UNI	100%	ME	17%	3,4%
			MC	54%	10,8%
			IND	29%	5,8%
20%	MULTI	0%	ME	17%	0,0%
			MC	54%	0,0%
			IND	29%	0,0%

1. Caracterización: stock viviendas

Estimación del stock de viviendas y tipologías de construcción

BOGOTÁ					
				Año Base	Total año base
VIS	UNI	74%	ME	75%	33%
			MC	25%	11%
			IND	0%	0%
59.8%	MULTI	26%	ME	61%	9%
			MC	20%	3%
			IND	19%	3%
NO VIS	UNI	16%	ME	17%	1%
			MC	54%	3%
			IND	29%	2%
40.2%	MULTI	84%	ME	17%	6%
			MC	54%	18%
			IND	29%	10%

1. Caracterización: stock viviendas

Estimación del stock de viviendas y tipologías de construcción

VALLE DE ABURRÁ					
				Año Base	Total año base
VIS	UNI	65%	ME	32%	11%
			MC	45%	15%
			IND	23%	8%
53.2%	MULTI	35%	ME	32%	6%
			MC	45%	8%
			IND	23%	4%
NO VIS	UNI	19%	ME	11%	1%
			MC	79%	7%
			IND	10%	1%
46.8%	MULTI	81%	ME	11%	4%
			MC	79%	30%
			IND	10%	4%

1. Caracterización: stock viviendas

Estimación del stock de viviendas y tipologías de construcción

MEDELLÍN					
				Año Base	Total año base
VIS	UNI	47%	ME	24%	6%
			MC	38%	10%
			IND	38%	10%
54%	MULTI	53%	ME	24%	7%
			MC	38%	11%
			IND	38%	11%
NO VIS	UNI	6%	ME	7%	0%
			MC	75%	2%
			IND	18%	0%
46%	MULTI	94%	ME	7%	3%
			MC	75%	32%
			IND	18%	8%

1. Caracterización: stock viviendas

Estimación del stock de viviendas y tipologías de construcción

ZONA METROPOLITANA DE BARRANQUILLA					
				Año Base	Total año base
VIS	UNI	84%	ME	29%	19%
			MC	71%	48%
			IND	0%	0%
80%	MULTI	16%	ME	29%	4%
			MC	71%	9%
			IND	0%	0%
NO VIS	UNI	100%	ME	0%	0%
			MC	79%	16%
			IND	21%	4%
20%	MULTI	0%	ME	0%	0%
			MC	100%	0%
			IND	0%	0%

1. Caracterización: stock viviendas

Estimación del stock de viviendas y tipologías de construcción

BARRANQUILLA					
				Año Base	Total año base
VIS	UNI	81%	ME	29%	13%
			MC	71%	32%
			IND	0%	0%
55.6%	MULTI	19%	ME	29%	3%
			MC	71%	8%
			IND	0%	0%
NO VIS	UNI	35%	ME	0%	0%
			MC	79%	12%
			IND	21%	3%
44.4%	MULTI	65%	ME	0%	0%
			MC	100%	29%
			IND	0%	0%

1. Caracterización: producción materiales

2. Identificar materiales y la cantidad de éstos utilizados por tipo de técnica constructiva para cada ciudad

Bogotá			Cantidad por prototipo (Kg)				CO2e (ton/vivienda)				
			Cemento	Acero	Ladrillo	Vidrio	Cemento	Acero	Ladrillo	Vidrio	Total
VIS	MF	MC	5,160	947	8,992	63	4	3	2	0.1	9
		ME	5,160	947	8,992	63	4	3	2	0.1	9
		I	8,759	2,025	1,796	145	6	6	0.4	0.2	13
	UF	MC	3,770	1,102	8,596	194	3	3	2	0.3	8
		ME	4,058	834	10,351	194	3	2	2	0.3	8
		I	5,038	873	131	194	4	3	0.03	0.3	6
No VIS	MF	MC	11,467	2,104	19,981	331	8	6	5	0.5	19
		ME	11,467	2,104	19,981	331	8	6	5	0.5	19
		I	32,439	7,500	3,991	261	23	22	1	0.4	46
	UF	MC	8,377	2,448	19,103	1,529	6	7	4	2.3	20
		ME	9,019	1,853	23,003	1,529	6	5	5	2.3	19
		I	11,196	1,940	291	347	8	6	0.1	0.5	14

1. Caracterización: producción materiales

2. Identificar materiales y la cantidad de éstos utilizados por tipo de técnica constructiva para cada ciudad

Medellín			Cantidad por prototipo (Kg)				CO2e (ton/vivienda)				
			Cemento	Acero	Ladrillo	Vidrio	Cemento	Acero	Ladrillo	Vidrio	Total
VIS	MF	MC	5,160	947	8,992	63	4	3	2	0.1	9
		ME	5,160	947	8,992	63	4	3	2	0.1	9
		I	6,131	1,418	1,796	63	4	4	0.4	0.1	9
	UF	MC	3,770	1,102	8,596	101	3	3	2	0.1	8
		ME	4,058	834	10,351	101	3	2	2	0.1	8
		I	5,038	873	131	101	4	3	0.03	0.1	6
No VIS	MF	MC	11,467	2,104	19,981	197	8	6	5	0.3	19
		ME	11,467	2,104	19,981	197	8	6	5	0.3	19
		I	22,708	5,250	3,991	135	16	15	1	0.2	32
	UF	MC	8,377	2,448	19,103	1,529	6	7	4	2.3	20
		ME	9,019	1,853	23,003	216	6	5	5	0.3	17
		I	11,196	1,940	291	216	8	6	0.1	0.3	14

1. Caracterización: producción materiales

2. Identificar materiales y la cantidad de éstos utilizados por tipo de técnica constructiva para cada ciudad

Barranquilla			Cantidad por prototipo (Kg)				CO2e (ton/vivienda)				
			Cemento	Acero	Ladrillo	Vidrio	Cemento	Acero	Ladrillo	Vidrio	Total
VIS	MF	MC	5,924	1,087	10,324	63	4	3	2	0.1	10
		ME	5,924	1,087	10,324	63	4	3	2	0.1	10
		I	7,039	1,628	2,062	63	5	5	0.5	0.1	10
	UF	MC	4,328	1,265	9,870	220	3	4	2	0.3	9
		ME	4,660	958	11,885	220	3	3	3	0.3	9
		I	5,785	1,002	150	220	4	3	0.03	0.3	7
No VIS	MF	MC	13,187	2,420	22,979	327	9	7	5	0.5	22
		ME	13,187	2,420	22,979	327	9	7	5	0.5	22
		I	26,114	6,038	4,589	184	18	18	1	0.3	37
	UF	MC	9,634	2,816	21,969	1,529	7	8	5	2.3	22
		ME	10,371	2,131	26,453	1,529	7	6	6	2.3	22
		I	12,876	2,231	335	245	9	7	0.1	0.4	16

Factores de emisiones por producción de materiales

Materiales	CO2e (ton CO2/ton material)		
	Consumo energía	Procesos productivos	Total producción
Cemento	0.31	0.38	0.69
Acero	0.35	2.59	2.94
Ladrillo	0.23	0.00	0.23
Vidrio	1.27	0.20	1.47

Maquinaria en obra

Emisiones [kg CO2/vivienda)			Electricidad	Gasolina	Diesel oil	Total emisiones
VIS	Unifamiliar	M. Estructural	10	65	208	283
		M. Confinada	10	65	208	283
		Industrializada	66	81	1001	1148
	Multifamiliar	M. Confinada	27	-	288	315
		Industrializada	66	81	1001	1148
No VIS	Unifamiliar	M. Confinada	16	100	324	440
		Industrializada	103	126	1557	1786
	Multifamiliar	M. Confinada	42	-	447	489
		Industrializada	103	126	1557	1786

Transporte de materiales (cemento)

FE (g CO ₂ /Km)	703
Km/viaje	25

Volumen de mixer transportadora de concreto: 6m³

Se supone: 1 m³ de concreto tiene 300 Kg de cemento

1. Caracterización: consumo energía uso y operación

Consumo casa promedio a partir de información de SUI y balance energético nacional

Bogotá

Intensidad energética hoy:
12.3 GJ/hogar

Medellín

Intensidad energética hoy:
11.59 GJ/hogar

Barranquilla

Intensidad energética hoy:
18.44 GJ/hogar

PROYECCIONES 2008-2040

2. Proyección: aspectos generales

- Tasas de crecimiento de población por ciudad

Población Bogotá Región	
Municipio	Crecimiento anual 2005-2020
Bogotá, D.C.	1.5%
Bojacá	2.8%
Cajicá	2.3%
Chía	2.7%
Cota	2.3%
Facatativá	2.1%
Funza	2.1%
Gachancipá	3.0%
La Calera	1.5%
Madrid	2.2%
Mosquera	2.8%
Sibaté	2.0%
Soacha	2.5%
Sopó	2.4%
Tabio	2.7%
Tenjo	0.7%
Tocancipá	3.0%
Zipaquirá	1.9%
Total	1.6%

Población Medellín Región	
Municipio	Crecimiento anual 2005-2020
Medellín	1.1%
Barbosa	1.7%
Bello	2.1%
Caldas	1.4%
Copacabana	1.4%
Envigado	2.6%
Girardota	2.6%
Itagui	1.3%
La Estrella	1.8%
Sabaneta	1.6%
Total	1.4%

Población Barranquilla Región	
Municipio	Crecimiento anual 2005-2020
Barranquilla	0.6%
Galapa	3.1%
Malambo	1.9%
Puerto Colombia	-0.4%
Soledad	3.0%
Total	1.4%

Tasas 2005-2020 Proyecciones DANE

Se supone:
tasas 2005-2020 = tasas 2020-2040

Proyección stock por ciudades y área metropolitana

- En el escenario de referencia se consideran los macroproyectos aprobados a 2012:

Ciudad	Proyecto	Potencial de viviendas	Viviendas construidas a 2012
Bogotá-Soacha	Ciudad Verde	42,000	2,772
Medellín	Nuevo Occidente	10,000	6,027
Barranquilla	Villas de San Pablo	20,000	392

Fuente: Ministerio de Vivienda, 2012

- En el escenario de referencia también se consideran las metas de déficit planteadas en el documento Visión 2019:

Déficit cuantitativo	Nacional	AM Bogotá	AM Medellín	AM Barranquilla
2005	12.4%	15.0%	5.8%	14.8%
2010	12.1%	14.7%	5.7%	14.5%
2019	7.8%	9.5%	3.7%	9.4%

Fuente: Elaboración propia

Porcentaje de déficit cuantitativo = viviendas en déficit cuantitativo/viviendas totales
 Viviendas totales = viviendas en déficit + viviendas sin déficit

- Proyección stock viviendas

Ciudad	Escenario	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	TC anual
AM Bogotá	Inercial	1,891,410	2,130,751	2,382,274	2,652,003	2,942,491	3,256,896	3,597,185	3,668,534	1.83%
	Referencia	1,891,410	2,130,751	2,424,274	2,694,003	2,984,491	3,298,896	3,639,185	3,710,534	1.87%
AM Medellín	Inercial	843,908	931,358	1,023,234	1,120,697	1,224,433	1,335,414	1,454,149	1,478,873	1.55%
	Referencia	843,908	931,358	1,033,234	1,130,697	1,234,433	1,345,414	1,464,149	1,488,873	1.58%
AM Barranquilla	Inercial	336,194	357,874	382,129	407,910	435,406	464,869	496,440	503,020	1.14%
	Referencia	336,194	357,874	403,829	432,410	459,906	489,369	520,940	527,520	1.30%

- Promedio de viviendas construidas anualmente (Producción)

Ciudad	Escenario	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
AM Bogotá	Inercial	47,868	50,305	53,946	58,098	62,881	68,058	73,661
	Referencia	47,868	58,705	53,946	58,098	62,881	68,058	73,661
AM Medellín	Inercial	17,490	18,375	19,493	20,747	22,196	23,747	25,406
	Referencia	17,490	20,375	19,493	20,747	22,196	23,747	25,406
AM Barranquilla	Inercial	4,336	4,851	5,156	5,499	5,893	6,314	6,766
	Referencia	4,336	9,191	5,716	5,499	5,893	6,314	6,766

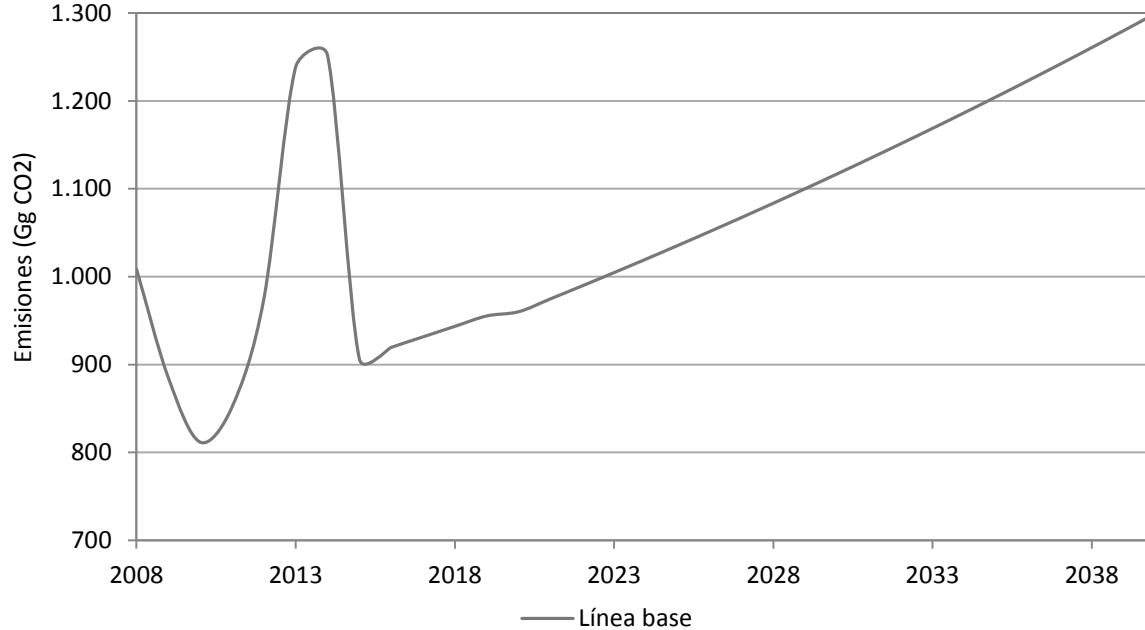
Cálculo emisiones

Emisiones GEI		
Sub-etapas	Procesos productivos	Consumo energía
Fabricación de materiales	X	X
Construcción		X
Transporte materiales		X

Factores de emisión

FECOC	Gg CO2 /PJ
Cusiana	60.23
Guajira	55.34
GLP	66.25
Electricidad	48.61

2. Proyección: línea base materiales

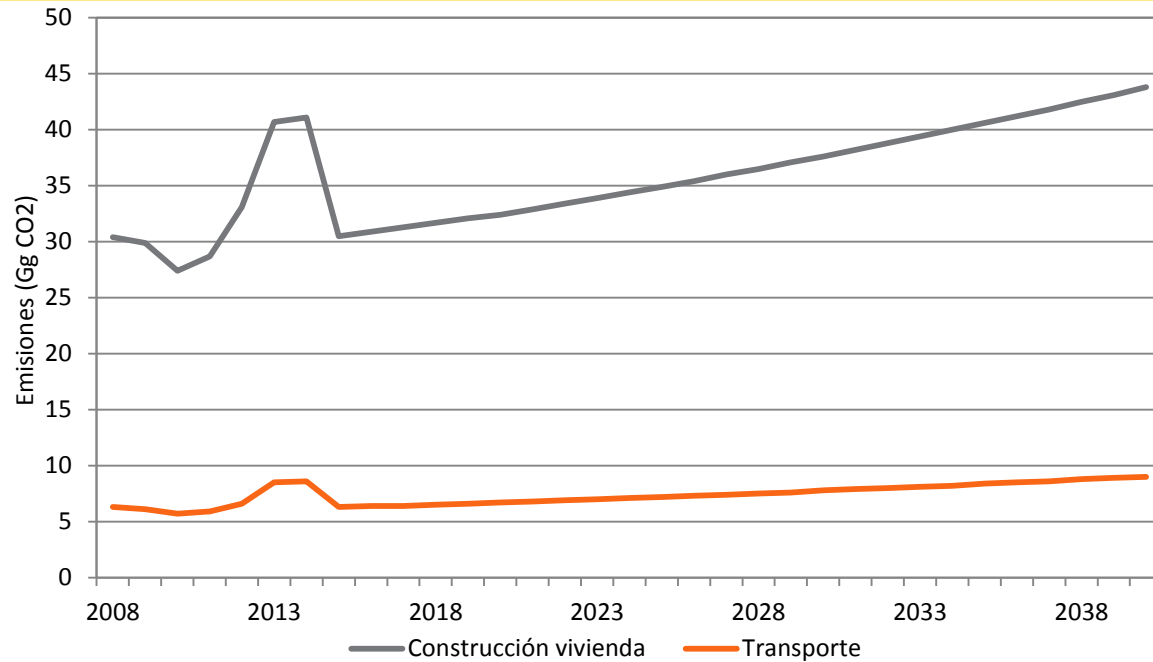


Inercial

Tasa anual promedio de 0.9%.

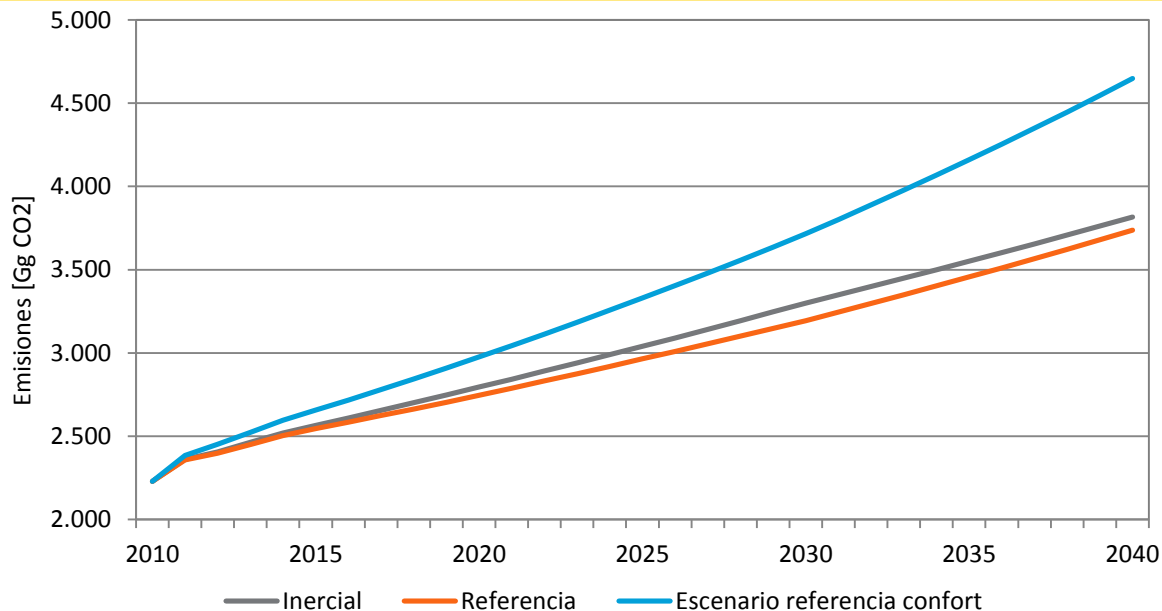
El incremento entre el 2012 y 2019 se debe a la mayor tasa de construcción de viviendas por los macroproyectos y por las metas en reducción del déficit.

2. Proyección: línea base en obra

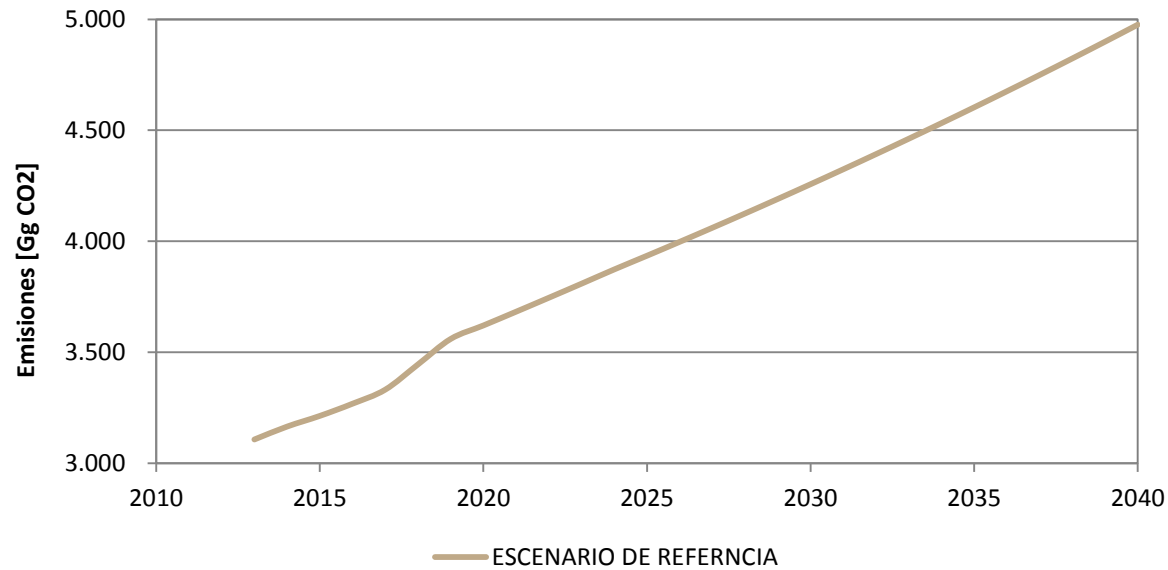


Inercial	Referencias
Factores de emisión FECOC y factor de despacho para la electricidad 0,175 kg CO ₂ /kWh	
Tasa crecimiento viviendas a nivel nacional CAGR: 2015-2040 -Construcción viviendas: 1.44% -Transporte: 1.46%	Metas de producción de macroproyectos entre 2013 y 2019

2. Proyección: línea base uso y operación



Inercial	Referencias	Referencia con confort
Factores de emisión FECOC y factor de despacho para la electricidad 0.175 kg CO ₂ /kWh		
<p>Tasa crecimiento viviendas a nivel nacional</p> <p>CAGR: 2010-2040</p> <ul style="list-style-type: none"> -Inercial: 1.93% -Referencia: 1.82% -Referencia confort: 2.37% 	<p>Metas de reducción del Proure iniciando en el 2013 y terminando en el 2018 con una reducción acumulada de 8.66%</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentos en consumos: aire acondicionado, calefacción, iluminación, calentamiento de agua y otros electrodomésticos, • La mayoría de los aumentos se presentan en electricidad



Inercial

Tasa anual promedio de 1.76% para 2013-2040

- Todas las viviendas cuentan con un nivel de confort medido en aire acondicionado, ventilación, calefacción e iluminación desde el 2013
- Sirvió para medir el impacto de la implementación medidas
- Niveles de confortabilidad (utilizando estándares definidos por IDEAM): Bogotá (90%), Medellín (50%) y Barranquilla (10%)

IDENTIFICACIÓN MEDIDAS MITIGACIÓN

3. Identificación medidas: materiales

Materiales	Medidas identificadas
Cemento	<ul style="list-style-type: none"> – Sustitución parcial o total del carbón por otros combustibles como gas natural y biomasa. Otros materiales utilizados para la sustitución parcial de combustibles fósiles son residuos sólidos domésticos pre-tratados, llantas, residuos de aceites y solventes, plásticos, textiles y residuos de papel. – Sustitución del clínker en la mezcla de cemento con materiales como cenizas, puzolanas naturales y artificiales y lima. – Tecnologías de captura y almacenamiento de carbono.
Hierro y acero	<ul style="list-style-type: none"> – Mejoras en eficiencia energética: mejorar la producción continua para reducir las pérdidas de calor, incrementar la recuperación de gases de proceso y mejorar la eficiencia en los hornos, precalentar la chatarra, utilizar hornos de alta capacidad e implementar sistemas de inyección de oxígeno y combustible, nuevos hornos eléctricos de inducción y de arco. – Sustitución de combustibles. – Tecnologías de captura y almacenamiento de CO₂.
Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> – Aumentar la producción utilizando vidrio reciclado y usar sistemas de precalentamiento del vidrio reciclado y de la materia prima, aprovechando los gases de combustión.
Ladrillo	<ul style="list-style-type: none"> – Mejoras en eficiencia energética: aprovechar los gases de chimenea para precalentar el aire de la combustión; reducir tiempos de apertura y cierre de compuertas de hornos; tener procesos de producción continuos en hornos; regular las condiciones de operación de hornos (v.g., exceso de aire); realizar limpieza periódica a los motores y eliminar fugas de los sistemas de ventilación; entre otras. – Reemplazo de hornos tipo pampa y colmena por hornos tipo túnel. – Sustitución de carbón por combustibles de menor contenido de carbono. – Uso de hornos de alta capacidad de producción.

3. Identificación medidas: energía en obra

Categorías	Descripción Medidas
Mejoras Operativas	Reducción de esperas. Mantenimiento preventivo. Entrenamiento de operarios (EPA, 2007 y 2009).
Mejoras en Combustibles	Utilización de Diesel con ultra bajo contenido de azufre (EPA, 2007). Empleo de Biodiesel (EPA, 2009).
Mejoras en Tecnologías	Instalación de sistemas de control de emisiones directas en tubos de escape de los equipos (EPA, 2007). Renovación de motores en maquinaria (EPA, 2007). Electrificación de equipos (EPA, 2007).

3. Identificación medidas: uso y operación

Categorías	Descripción Medidas
Horizonte 1 Medidas implementables hoy.	Iluminación eficiente Chatarrización de neveras Precalentamiento solar Mejora de eficiencia en aires acondicionados
Horizonte 2 Medidas a implementar en 10-15 años	Autogeneración con energía foto-voltaica o eólica
Horizonte 3 Medidas a implementar en 20 años.	Hidrógeno solar “Ground-source heat pump”

Grupos	Descripción Grupos	Descripción Medidas
Grupo 1	Medidas pasivas. Medidas a incorporar en etapa de diseño. Pueden ser incorporadas a corto plazo sin mayor dificultad para diseñadores y constructores. Solo aplica para viviendas nuevas.	Cambios en orientación de edificación, configuración de plantas arquitectónicas, patios interiores, inclinación de cubiertas, relación área muro/área ventana, aumento de altura libre, y aligeramiento de placas
Grupo 2	Incorporación de nuevos y mejores materiales. Modificaciones en técnicas constructivas. Solo aplica para viviendas nuevas.	Cambio en materiales en fachadas y muros interiores.
Grupo 3	Pueden ser incorporadas en la etapa de uso y operación para viviendas nuevas y existentes. Pueden ser incentivadas políticas públicas. Aplica para viviendas nuevas y usadas (Retrofitting).	Medidas de protección solar (modificación de ventanas, instalación de aleros, cortinas y persianas), de ventilación (calados y cambios en acabados).

EVALUACIÓN MEDIDAS

- Sustitución de carbón con biomasa en hornos de clínker:
 - Sustituir con cascarilla de arroz el 15% del carbón
 - Inicio año 2014
 - Costo 5.33 MMUSD
 - Emisiones del energético del horno y del transporte del energético

Longitud viaje (km)		CO ₂ reducido (mill ton)	USD/ton CO ₂
Carbón	Cascarilla de arroz		
300	300	9.681	0.551
100	300	9.665	0.552
300	100	9.725	0.548

- Sustitución de clínker con puzolana en la mezcla de cemento:
 - Utilización de puzolana para reducir el contenido de clínker en la mezcla de cemento
 - Implementación gradual iniciando en el año 2014 con 72.9% hasta 61.8% en el 2030 y mantener esta proporción fija hasta el 2040
 - Costo 12.1 MMUSD
 - Emisiones de la producción cemento y del transporte de la puzolana

Longitud viaje (km)		CO ₂ reducido (mill ton)	USD/ton CO ₂
Carbón	Puzolana		
300	300	23.94	-0.114
100	300	23.95	-0.114
300	100	23.94	-0.114

- Efecto de las medidas de mitigación del sector cementero en las emisiones por unidad de material:

Cemento	CO2e (ton CO2/ton material)		
	Consumo energía	Procesos productivos	Total producción
Línea base	0.31	0.38	0.69
Con medida biomasa	0.29	0.38	0.67
Con medida clínker	0.27	0.34	0.61

- Iluminación eficiente:
 - Sustituir de 25 millones de bombillos incandescentes en las tres ciudades y áreas metropolitanas
 - Año de inicio: 2013
 - 7 bombillos promedio con consumo: IC: 100 W, CFL: 23 W y LED: 16 W
 - Horas de uso:
 - Bogotá: IC: 4 h/d, CFL: 6 h/d y LED: 6 h/d
 - Medellín: IC: 4.4 h/d, CFL: 5.6 h/d y LED: 5.6 h/d
 - Barranquilla: IC: 3.8 h/d, CFL: 4.8 h/d y LED: 4.8 h/d
 - Vida útil promedio: IC: 1 años, CFL: 4 años, LED: 8 años
 - Costo bombillo: IC: 0.5 USD, CFL: 2 USD, LED: 12.5 USD.
 - Porcentaje de perdidas: Bogotá 8.73%, Medellín 13.4%, Barranquilla 16.3%
 - Factor de emisiones de electricidad de 0.175 kg CO₂/kWh

Fuente: UPME, 2012

- Iluminación eficiente:

VPN de los costos por vivienda	Costo	Inversión	O&M	Reducción por vivienda [ton CO2]
Casa CFL-IC	(\$ 8,326.47)	\$ 11.29	(\$ 8,337.76)	39.4
Casa LED-IC	(\$ 9,559.12)	\$ 115.23	(\$ 9,674.35)	45.7
Casa LED+CFL-IC	(\$ 11,092.78)	\$ 92.16	(\$ 11,184.94)	42.1

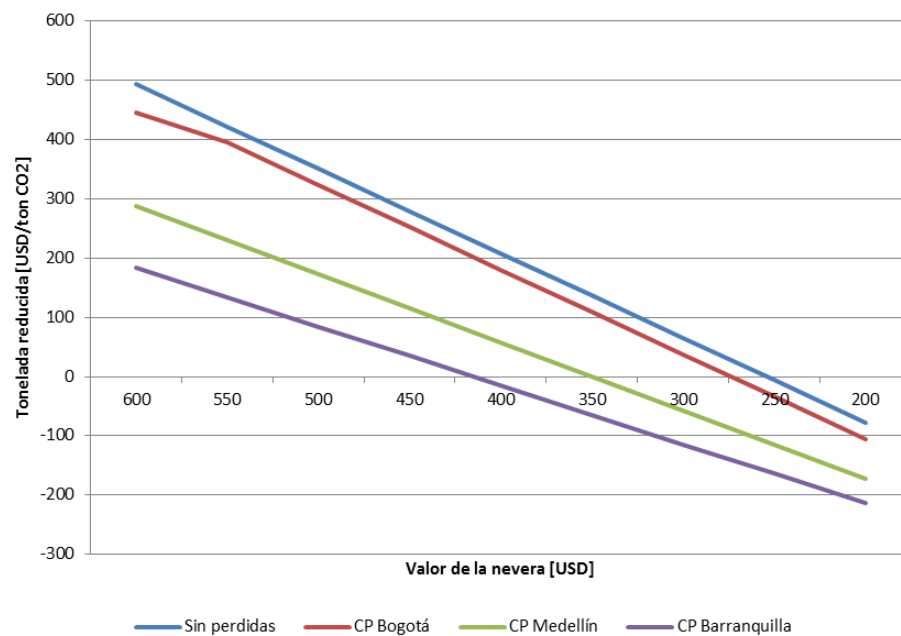
USD/ton CO2	Sin perdidas	Con perdidas
Bogotá	(\$ 210.28)	(\$ 228.77)
Medellín	(\$ 210.72)	(\$ 239.11)
Barranquilla	(\$ 210.71)	(\$ 245.24)

Potencial de reducción de reducciones de 3.4 Mton CO2 con un beneficio de \$210.75 USD/ton CO2

3. Evaluación medidas: uso y operación

- Reemplazo y chatarrización neveras mayores a 10 años:

- Sustituir de 865.2 mil neveras en las tres ciudades y áreas metropolitanas
- Año de inicio: 2013
- La medida dura hasta el 2028
- Consumo promedio:
 - nevera vieja 600 kWh, nevera nueva 350 kWh
- Costo nevera nueva: \$ 350 USD
- Porcentaje de perdidas:
 - Bogotá 8.73%, Medellín 13.4%, Barranquilla 16.3%



El costo de la nevera es clave en el costo de la tonelada reducida

3. Evaluación medidas: uso y operación

- Refrigeración eficiente:

VPN de los costos por vivienda	Costo	Inversión	O&M	Reducción [ton CO2]
Bogotá	\$ 95.71	\$ 345	(\$ 249.29)	0.70
Medellín	\$ 35.88	\$ 345	(\$ 309.12)	0.87
Barranquilla	(\$ 13.98)	\$ 345	(\$ 358.98)	1.01

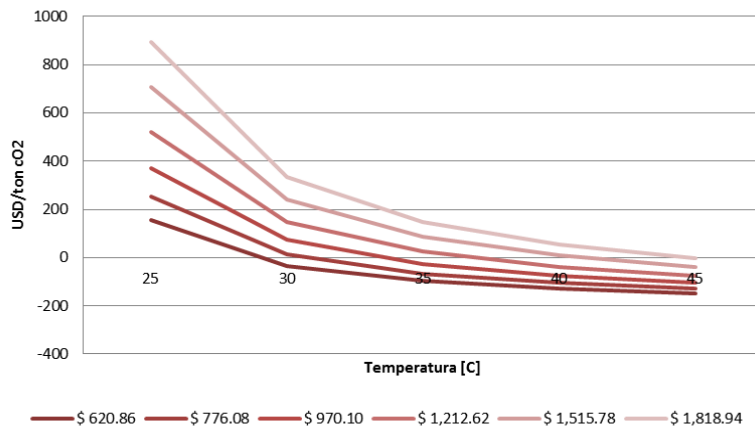
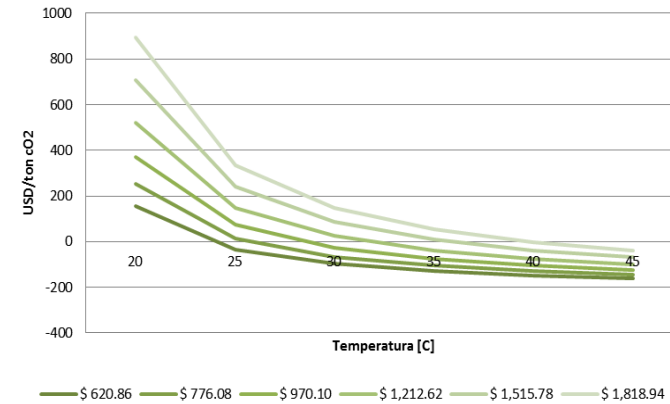
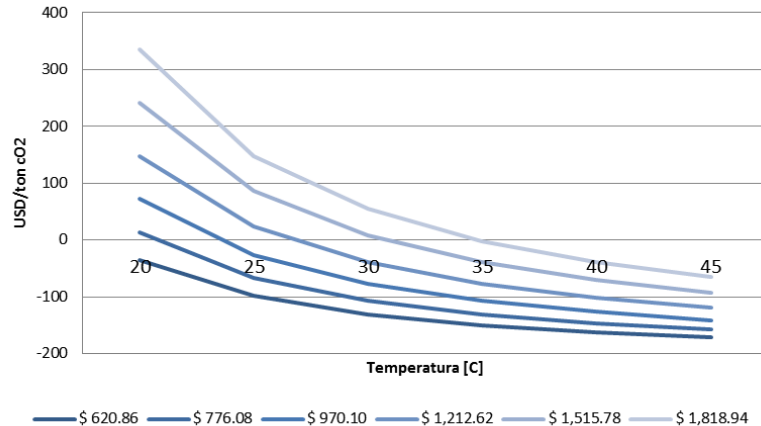
USD/ton CO2	Sin perdidas	Con perdidas
Bogotá	\$ 136.73	\$ 109.52
Medellín	\$ 41.34	(\$ 0.42)
Barranquilla	(\$ 13.87)	(\$ 64.66)

Potencial de reducción de reducciones de 1.6 Mton CO2 con un costo 90.15 USD/ton CO2 (sin incluir SAOs)

- Precalentamiento de agua solar- electricidad: gas natural
 - Implementar el precalentamiento de agua solar como complemento al calentador eléctrico y a gas natural tradicional al 2040 en el 50% de las viviendas VIS y No VIS
 - Año de inicio: 2013
 - Temperatura inicial de 10°C en Bogotá, 15°C en Medellín y 20°C en Barranquilla
 - Temperatura final calentador de 30°C en Bogotá, 35°C en Medellín y 40°C en Barranquilla
 - Temperatura final demanda de 45°C
 - Demanda de 60 litros por persona por día
 - Familia conformada por 4 personas
 - Vida útil de calentador eléctrico y a gas natural de 10 años y 15 años para el calentador solar.
 - Porcentaje de pérdidas: Bogotá 8.73%, Medellín 13.4%, Barranquilla 16.3%

3. Evaluación medidas: uso y operación

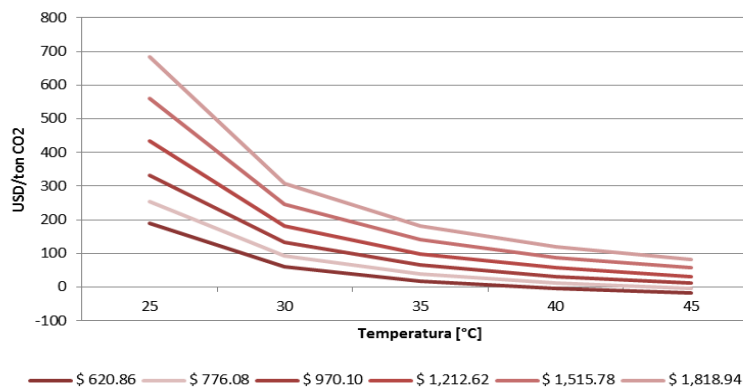
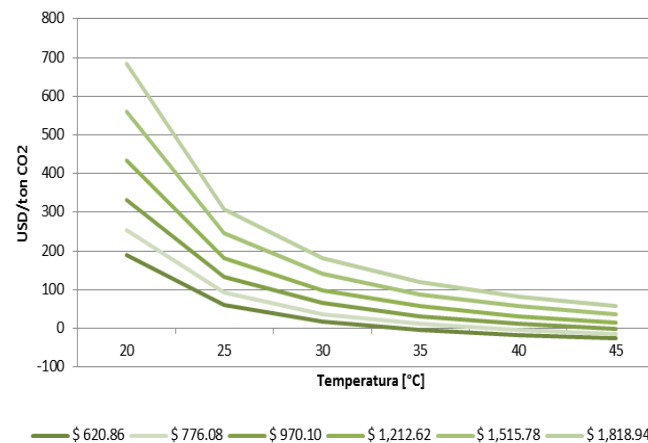
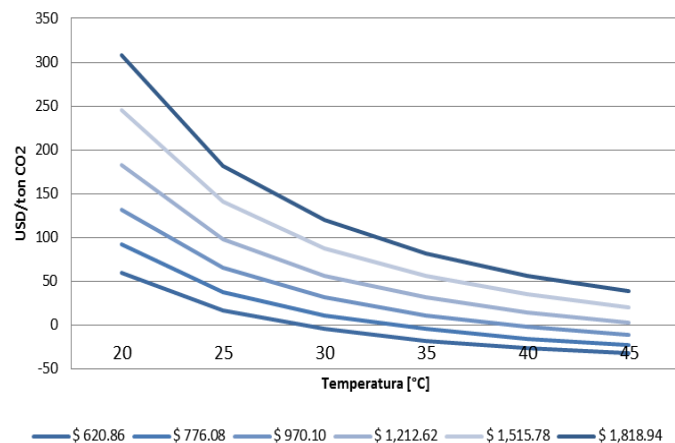
- Análisis de sensibilidad para el sistema de calentamiento de agua solar-electricidad



El valor de la tonelada reducida depende de la temperatura máxima de calentador solar, el costo del combustible y la inversión inicial

3. Evaluación medidas: uso y operación

- Análisis de sensibilidad para el sistema de calentamiento de agua solar-gas



El valor de la tonelada reducida depende de la temperatura máxima de calentador solar, el costo del combustible y la inversión inicial

3. Evaluación medidas: uso y operación

- Bajo un escenario en el que el 50% las viviendas utilizarán precalentamiento solar en el 2040, tanto las que usas gas natural como las que tienen electricidad, es posible obtener una reducción de 3.6 Mton CO₂.
- Con este programa se obtendrían costos dependiendo del valor inicial del calentador solar: suponiendo un valor de inversión del calentador solar de \$1,515.78 USD se obtiene un costo de \$ 56.08 USD/Ton CO₂. En el caso de un valor inicial del calentador solar de \$1,212.62 USD se obtendría un costo de \$ 18.53 USD/Ton CO₂.

- Renovación aires acondicionados viejos por más eficientes
 - Aumentar la eficiencia en un 15% en Barranquilla y en Medellín
 - Sustituir el 100% de los aires acondicionados con más de 10 años en las viviendas VIS y No VIS
 - Año de inicio: 2015
 - Vida útil programa: 15 años (vida útil aire acondicionado) hasta el 2030
 - Consumo promedio: viejo: 1035 W, nuevo 900 W
 - Horas de uso:
 - Medellín: VIS: 2 h/d, No VIS 4 h/d
 - Barranquilla: VIS: 5.5 h/d, No VIS 6 h/d
 - Costo aire nuevo: 350 USD, 400 USD, 500 USD.
 - Porcentaje de perdidas: Medellín 13.4%, Barranquilla 16.3%

3. Evaluación medidas: uso y operación

- Aire acondicionado más eficiente en Medellín y Barranquilla:

Medellín	VIS		No VIS		Costo programa
	Sin pérdidas	Con pérdidas	Sin pérdidas	Con pérdidas	Sin pérdidas
Inversión de 350 USD	\$ 378.04	\$ 358.96	\$ 79.54	\$ 60.47	\$ 178.93
Inversión de 400 USD	\$ 463.32	\$ 444.24	\$ 122.18	\$ 103.11	\$ 235.74
Inversión de 500 USD	\$ 633.89	\$ 614.81	\$ 207.47	\$ 188.39	\$ 349.38

Potencial de reducción por aire acondicionado utilizado es de 0.5 ton CO₂ en una vivienda VIS y de 1.1 ton CO₂ en una vivienda No VIS.

Barranquilla	VIS		No VIS		Costo programa
	Sin pérdidas	Con pérdidas	Sin pérdidas	Con pérdidas	Sin pérdidas
Inversión de 350 USD	(\$ 1.86)	(\$ 25.07)	(\$ 19.95)	(\$ 43.16)	(\$ 11.17)
Inversión de 400 USD	\$ 29.15	\$ 5.94	\$ 8.47	(\$ 14.73)	\$ 18.15
Inversión de 500 USD	\$ 91.17	\$ 72.10	\$ 65.33	\$ 42.12	\$ 76.80

Potencial de reducción por aire acondicionado utilizado es de 1.5 ton CO₂ en una vivienda VIS y de 1.6 ton CO₂ en una vivienda No VIS

Costos Barranquilla	Inversión (400 USD)	O&M
\$ 13.55	\$ 300.53	(\$ 350.09)

Potencial de reducción de reducciones de 40 kton CO₂ en Barranquilla y 7.6 kton CO₂ en Medellín

- Renovación de hornillas viejas por más eficientes
 - Aumentar la eficiencia en un 10% en las tres ciudades
 - Sustituir el 20% de las estufas actuales a gas natural en las viviendas VIS y No VIS
 - Año de inicio: 2013
 - Consumo promedio: Bogotá: 20m³, Medellín: 15m³ y Barranquilla: 21m³
 - Costo estufa nueva: 150 USD, 200 USD, 300 USD.

- Renovación de hornillas viejas por más eficientes:

	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Costo programa
Inversión de 150 USD	(\$ 192.45)	(\$ 72.50)	(\$ 153.34)	(\$ 147.36)
Inversión de 200 USD	(\$ 34.43)	\$ 160.60	\$ 13.17	\$ 33.09
Inversión de 300 USD	\$ 282.61	\$ 626.81	\$ 346.17	\$ 394.01

Potencial de reducción por vivienda es de 0.3 ton CO₂ en Bogotá, 0.2 ton CO₂ en Medellín y 0.3 ton CO₂ en Barranquilla

	Costos	Inversión (200 USD)	O&M
Bogotá	(\$ 10,89)	200	(\$ 210.89)
Medellín	\$ 34,45	200	(\$ 165.55)
Barranquilla	\$ 3,95	200	(\$ 196.05)

Potencial de reducción de reducciones de 5.33 Mton CO₂ y un costo de \$34,38 USD/ton CO₂

3. Evaluación medidas: uso y operación

- GD con energía foto-voltaica o eólica para el total del consumo de electricidad de la vivienda
 - Evaluar la posibilidad de generar el 40% de la demanda total de electricidad de un estrato 6 en Chía
 - Promedio de radiación solar en la Sabana de Bogotá 3,57 kWh/m²
 - Consumo promedio de energía de 516kWh/mes

Casa	Consumo (Wh)	Pin- Inversor (W)	Tipo de Panel	Num. Paneles	Area total m ²	Precio aproximado
C-Cedro	516.000	7500	FE180M - 180W	40	51,0656	\$ 73.062.306
Sauce C	361.200	5000	FE120M - 120W	42	42,0147	\$ 55.930.967
Alcaparro	206.400	3125	FE180M - 180W	18	22,97952	\$ 34.682.660

Por vivienda para un periodo de 25 años es posible obtener una reducción de 16.28 ton CO₂

- Se definieron 3 paquetes de medidas de mejoramiento (Ver capítulo 1)
- Se establecieron cuatro escenarios de implementación: 3 para la producción de las viviendas y 1 para viviendas existentes.
- Los escenarios representan combinaciones de paquetes que pueden ser aplicados a las viviendas. A cada escenario está asociada una tasa de implementación determinada.
- Los resultados por escenario se modelaron en HEED

3. Evaluación medidas: diseño técnico y arquitectónico

Escenarios Principales	Descripción	Período de implementación del escenario	Alcance
Corto Plazo - aplica en viviendas nuevas	Se implementa un código de construcción sostenible que reglamenta el cumplimiento del Paquete 1 . Se espera que el código sea de obligatorio cumplimiento al final del período de implementación.	2013-2018	100% para segmentos VIS y No VIS
Mediano Plazo - aplica en viviendas nuevas	La industria incorpora nuevas tecnologías y materiales (Paquete 2), impulsado entre otras cosas por exigencias de mercado, o posibles incentivos. Se asume que 100% de la producción de vivienda incorpora éstas nuevas tecnologías al final del período. Se asume que el Paquete 2 se aplica sobre el Paquete 1 sin excepción. Esto para tener en cuenta que quién decida aplicar Paquete 2, cuyos costos pueden ser importantes, aprovechará como primera medida los beneficios a bajo costo que tiene el diseño pasivo de Paquete 1.	2019-2024	100% para segmentos VIS y No VIS

3. Evaluación medidas: diseño técnico y arquitectónico

Escenarios Principales	Descripción	Período de implementación del escenario	Alcance
Largo Plazo - aplica viviendas nuevas	La industria aplica las medidas del Paquete 3, motivada nuevamente por posibles incentivos o exigencias de mercado. El Paquete 3 se aplica con el Paquete 2 y el Paquete 1, necesariamente. Esto por la misma razón del escenario a mediano plazo, que contempla el uso y aprovechamiento de tecnologías más simples y bajas en costo antes de implementar las que tienen mayores barreras.	2025-2040	0% en VIS 100% en No VIS
Mediano y largo Plazo - aplica en viviendas existentes	Propiedades aplican las medidas contempladas en el Paquete 3 exclusivamente.	2019-2040	10%VIS 30% No VIS

- Medidas analizadas en el escenario 1:
 - Cambios en la orientación de la edificación
 - Infiltración por patios interiores
 - Optimizar la relación área muro / área ventana
 - Modificar la altura libre interna
 - Cambio relación altura libre / profundidad (iluminación)
 - Modificar la inclinación de la cubiera – cámara de airea

3. Evaluación medidas: diseño técnico y arquitectónico

Resultados en escenario de corto plazo 2013-2018

Ciudad	No. de viviendas	Costo implementación total (USD)	Emisiones de implementación (miles de Ton CO₂)	Evaluación financiera del escenario (VPN – USD)	Ahorro total en emisiones (millones de ton CO₂)	Beneficio (USD) por tonelada CO₂ reducida
Bogotá	352,018	14,038,540	(22.7)	\$ 335,815,606	0.78	430
Medellín	118,459	55,467,956	41.4	\$ 67,166,266	0.22	300
Barranquilla	42,403	7,713,174	3.7	\$ 24,508,451	0.63	388
Total	512,881	\$ 77,219,671	0.22	\$ 427,490,324	1.1	400

- Medidas analizadas en el escenario 2:
 - Búsqueda de mayor aislamiento a través de:
 - Cambio de materiales en muros interiores
 - Cambio de materiales en muros exteriores o fachadas
 - Cambio de materiales en muros exteriores.

3. Evaluación medidas: diseño técnico y arquitectónico

Resultados en escenario de mediano plazo 2019-2024

Ciudad	No. de viviendas	Costo implementación total (USD)	Emisiones de implementación (miles de Ton CO ₂)	Evaluación financiera del escenario (VPN – USD)	Ahorro total en emisiones (millones de ton CO ₂)	Beneficio (USD) por tonelada CO ₂ reducida
Bogotá	316,712	329,357,470	358	943,065,716	1.9.	493
Medellín	319,727	562,968,942	1,182	(322,368,188)	0.36	(889)
Barranquilla	100,488	47,066,581	202	467,291,138	0.69	675
Total	736,927	939,392,992	1,743	1,087,988,666	2.97	367

- Medidas analizadas en escenarios 3 y 4:
 - Películas sobre vidrios – cámaras de aire entre vidrios
 - Aleros exteriores
 - Cortinas y persianas
 - Calados
 - Acabados - enchapes (según clima)
 - Aislamiento de fachadas por lámina de yeso.

3. Evaluación medidas: diseño técnico y arquitectónico

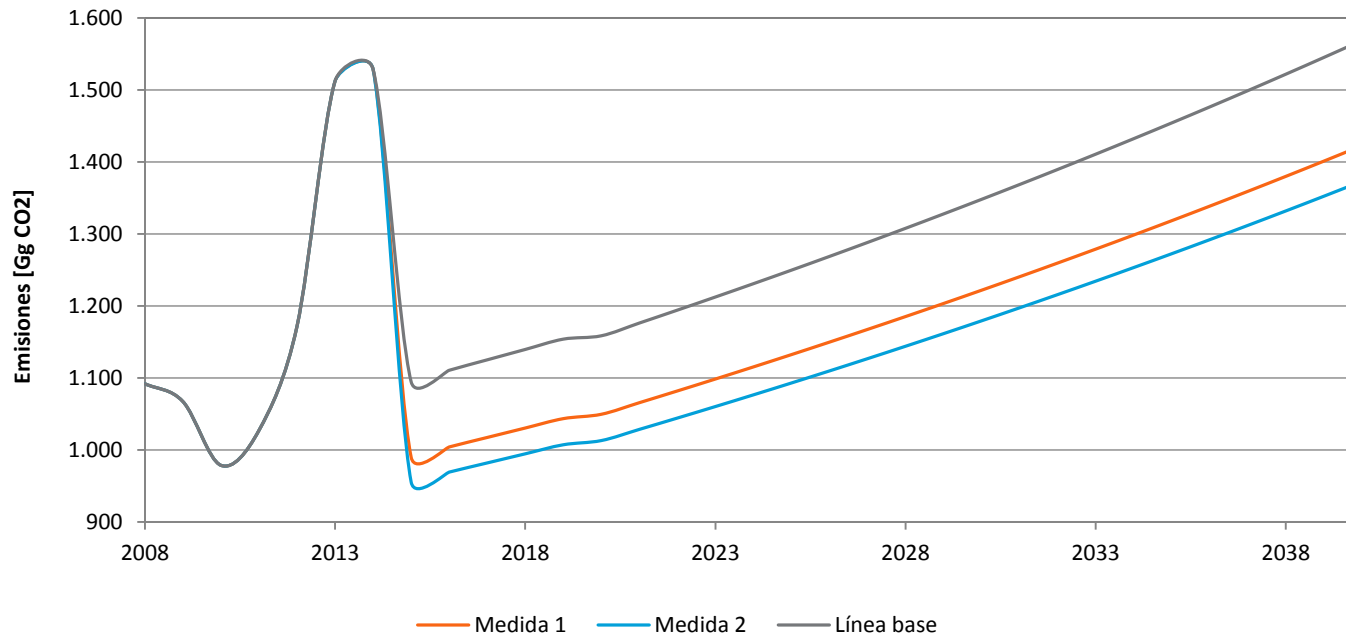
Resultados en escenario de largo plazo 2025-2040 (viviendas nuevas)

Ciudad	No. de viviendas	Costo implementación total (USD)	Emisiones de implementación (miles de Ton CO ₂)	Evaluación financiera del escenario (VPN – USD)	Ahorro total en emisiones (millones de ton CO ₂)	Beneficio (USD) por tonelada CO ₂ reducida
Bogotá	217,158	633,007,734	(47)	(168,311,894)	0.81	(209)
Medellín	92,483	182,481,137	15	16,547,664	0.32	52
Barranquilla	18,400	271,390,293	(0.01)	66,352,544	0.13	(523)
Total	328,042	1,086,879,163	(32)	(218,116,774)	1.25	(175)

3. Evaluación medidas: diseño técnico y arquitectónico

Resultados en escenario de largo plazo 2019-2040 (viviendas existentes)					
Ciudad	No. de viviendas	Costo implementación total (USD)	Evaluación financiera del escenario (VPN – USD)	Ahorro total en emisiones (millones de ton CO ₂)	Beneficio (USD) por tonelada CO ₂ reducida
Bogotá	6,899,072	13,308,744,021	(6,081,150,186)	9.72	(626)
Medellín	3,063,716	4,014,722,345	(1,270,659,590)	3.59	(354)
Barranquilla	994,078	10,704,599,167	(2,737,847,672)	5.16	(530)
Total	10,956,865	28,028,065,534	(10,089,657,448)	18.47	(546)

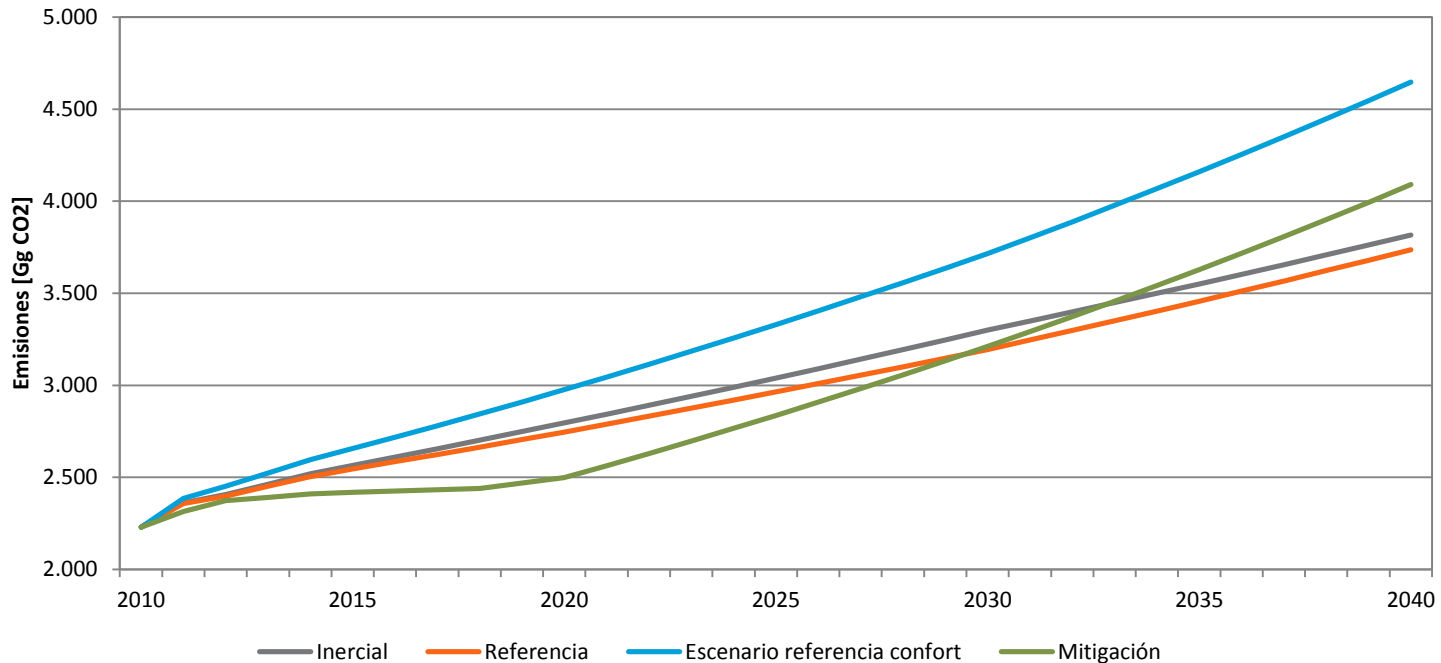
REDUCCIONES



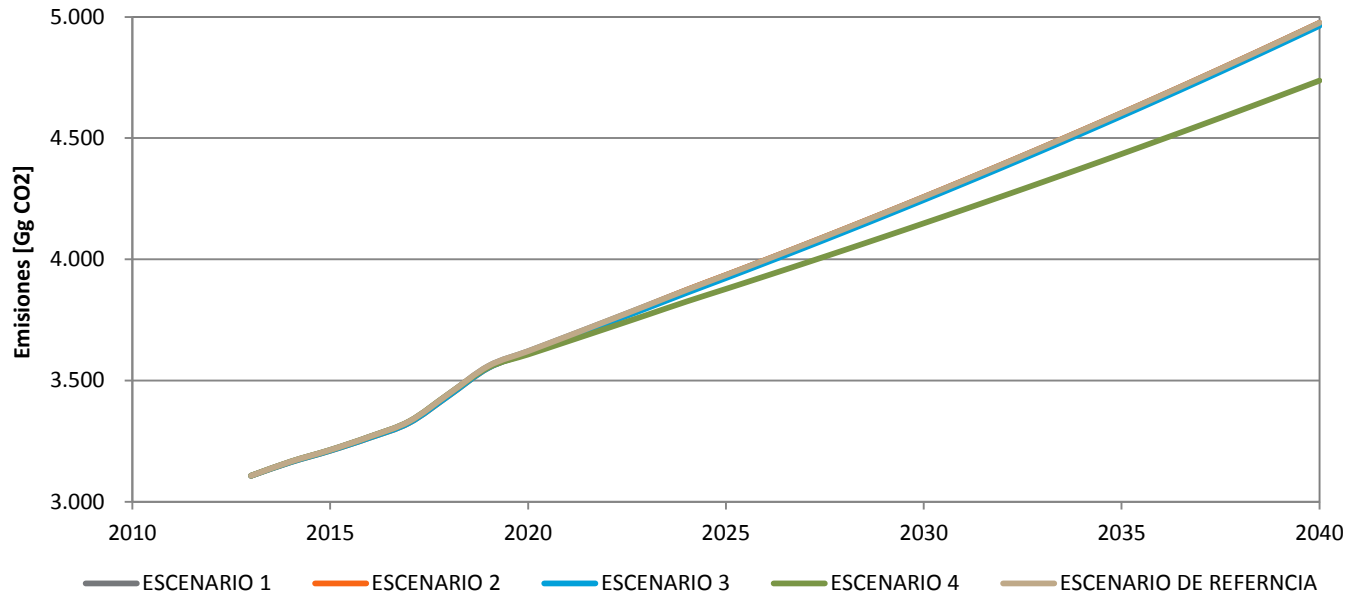
Medida 1: sustitución de carbón con biomasa; Medida 2: sustitución de clínker con puzolana

Aunque las medidas únicamente afectan las emisiones del cemento, con la primera (sustitución de carbón con biomasa) se reduce el 9.4% de las emisiones por materiales de todo el periodo de análisis y con la segunda (sustitución de clínker con puzolana) se disminuye el 12.5% de las emisiones.

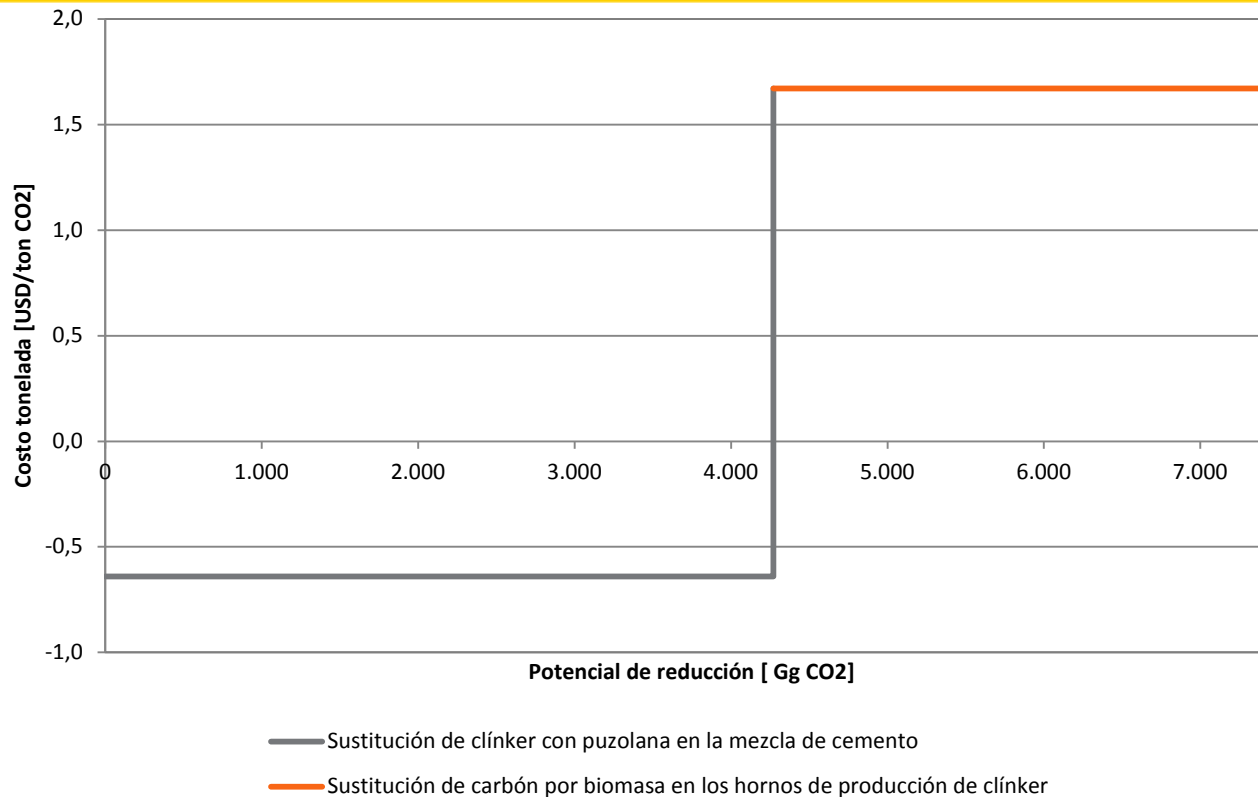
5. Reducciones: uso y operación



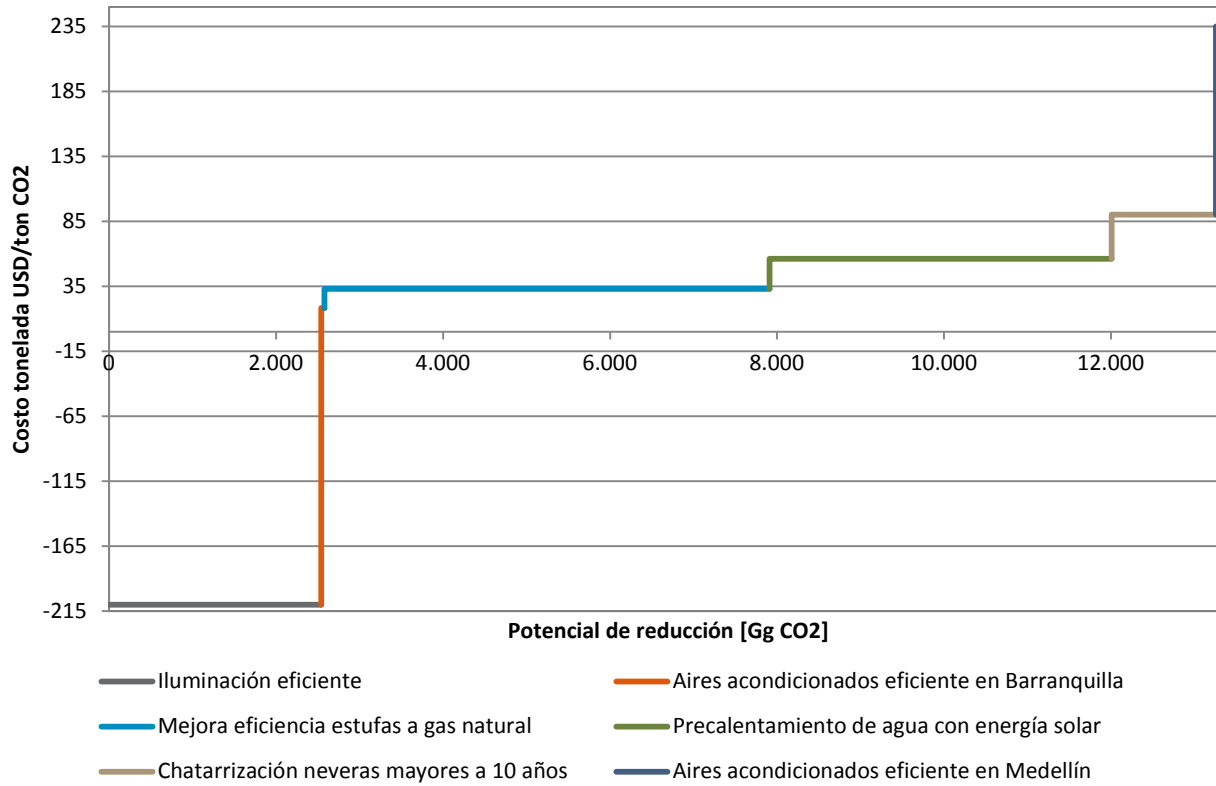
- El consumo per cápita actual es muy bajo comparado con otros países, según el Banco Mundial en Colombia se consume 1,067 kWh/per cápita entre 2007-2011, comparado con 2,206 kWh/per cápita de Brasil o 3,152 kWh/per cápita en Venezuela.
- Es posible tener un mayor consumo per cápita sin aumentar las emisiones de CO2 con la aplicación de medidas de eficiencia energética. A partir del 2030 es necesario diseñar medidas novedosas para mantener las emisiones por debajo de la línea inercial



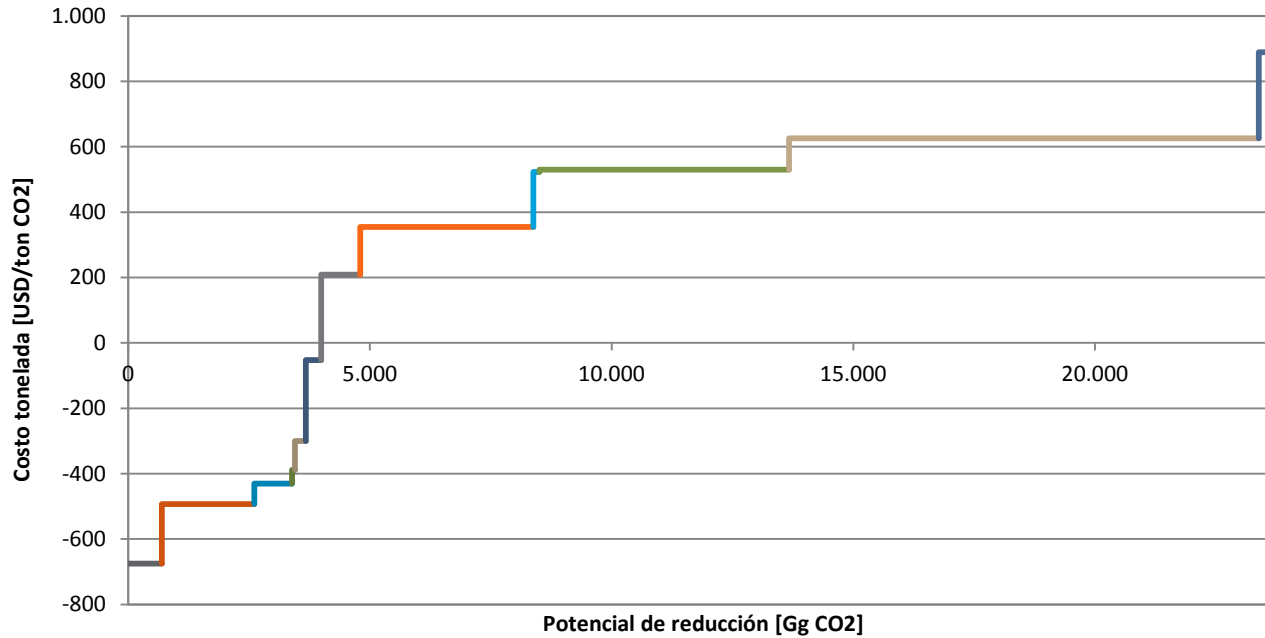
- Las medidas implementadas en los escenarios 1, 2 y 3 no tienen un gran impacto de reducción, dado que solo es aplicado a nuevas viviendas (corresponden a un 2.3% del total de viviendas para el 2010)
- El escenario 4 tiene reducciones del orden de 283Gg en el último año, dado que estas medidas son aplicadas sobre todo el stock



NOTA: al momento de concluir este estudio, el sector cementero manifestó que la implementación de éstas medidas en el contexto nacional es compleja. Una de las barreras más importantes para la sustitución de clínker tiene que ver con las exigencias del mercado, aunque dependiendo del tipo de uso el porcentaje de clínker en la mezcla del cemento podría variar, actualmente el mercado exige mezclas bajas independientemente del uso que se le vaya a dar. Además expresaron que la normativa ambiental (Resolución 909 de 2008, Artículo 60) constituye una barrera para el uso de combustibles alternos en el sector.



NOTA: el aumento en eficiencia de estufas podría ser difícil. A menor mejora en eficiencia, el costo de la tonelada reducida crecerá



Paquete 3 Bogotá Paquete 2 Barranquilla Paquete 1 Barranquilla Paquete 1 Bogotá
 Paquete 1 Medellín Paquete 2 Bogotá Paquete 3 Medellín Paquete 3 Barranquilla
 Paquete 4 Medellín Paquete 4 Barranquilla Paquete 4 Bogotá Paquete 2 Medellín

Etapa	Medida	Periodo de evaluación	Número de viviendas con aplicación de la medida	Costo (USD 2010)	Potencial reducción (mill ton)	Costo/ton (USD/ton)	Costo por vivienda (USD)		Potencial por vivienda al año (ton)
							Inversión	Operación y mantenimiento (VPN de todo el horizonte de análisis)	
Materiales	Medida 1: Sustitución de carbón por biomasa en los hornos de producción de clínker	2015-2040	2,368,281	5.33 MMUSD	3.2	1.67	NA	NA	*entre 0.1 y 1
	Medida 2: Sustitución de clínker con puzolana en la mezcla de cemento	2015-2040	2,368,281	-2.72 MMUSD	4.27	-0.64	NA	NA	*entre 0.3 y 3
Uso y operación	Cambio de bombillos incandescentes por eficientes	2013-2040	2,447,143	-535.305 MMUSD	2.54	-210.75	[11.29; 115.23]**	[8,337; 9,674]**	[39.4; 45.7]**
	Chatarrización neveras mayores a 10 años	2013-2040	865	112.68 MMUSD	1.25	90.15	345	[-249.3; -358.9]***	[0.7; 1.01]***
	Aumento de la eficiencia promedio de aires acondicionados en Medellín y Barranquilla	2015-2040	554	10.105 MMUSD	0.043	[235; 18.15]	300.5	[-116; -320]****	[0.5; 1.5]****
	Aumento de la eficiencia promedio de las estufas a gas natural	2013-2040	2,447,143	131.06 MMUSD	5.33	24.59	200	[-211; -196]***	[1.3; 0.2]***
	Precalentamiento de agua con energía solar	2013-2040	2,220,000	252.36 MMUSD	4.5	56.08	1,515.78	[2,000; 991]*****	[8; 13]*****
Diseño técnico y arquitectónico	Escenario 1: Medidas pasivas sobre la producción de vivienda	2013-2018	512,881	-427.5 MMUSD	1.068	-400	Ver información por prototipo – Producto 4		
	Escenario 2: Medidas estructurales sobre la producción de vivienda	2019-20424	736,927	-1,088 MMUSD	2.97	-368	Ver información por prototipo – Producto 4		
	Escenario 3: Medidas arquitectónicas sobre la producción de vivienda.	2025-2040	328,042	218.617 MMUSD	1.25	175	Ver información por prototipo Producto 4		
	Escenario 4: Medidas arquitectónicas aplicadas sobre el stock.	2019-2040	10,956,865	10 MMUSD	18.5	546	Ver información por prototipo Producto 4		

Prototipo			Aporte materiales			Aporte viajes			Aporte obra			Aporte uso y operación		
			Bogotá	Medellín	Barranquilla	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Bogotá	Medellín	Barranquilla
VIS	UF	MC	0.14	0.18	0.13	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.85	0.81	0.86
		ME	0.15	0.22	0.17	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.84	0.77	0.82
		I	0.11	0.14	0.10	0.01	0.01	0.01	0.04	0.05	0.03	0.85	0.81	0.86
	MF	MC	0.15	0.19	0.13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.84	0.80	0.85
		ME	0.19	0.19	0.13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.80	0.80	0.85
		I	0.25	0.19	0.13	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.03	0.71	0.76	0.83
No VIS	UF	MC	0.68	0.34	0.18	0.01	0.01	0.01	0.003	0.005	0.004	0.31	0.64	0.80
		ME	0.29	0.31	0.18	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.004	0.69	0.67	0.81
		I	0.21	0.16	0.12	0.02	0.01	0.01	0.05	0.04	0.03	0.73	0.79	0.84
	MF	MC	0.37	0.33	0.23	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.004	0.61	0.66	0.75
		ME	0.28	0.22	0.17	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.70	0.76	0.81
		I	0.47	0.24	0.22	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.47	0.71	0.74

Etapa	Bogotá		Medellín		Barranquilla	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Materiales	11%	68%	14%	34%	0.5%	2.2%
Viajes	0.5%	3.2%	0.6%	2.5%	0.5%	2.2%
Obra	0.3%	4.5%	0.5%	4.8%	0.4%	3.4%
Uso y operación	31%	85%	64%	81%	74%	86%

Conclusiones

- La metodología utilizada permitió identificar impactos y oportunidades de mejora en otros aspectos de la vivienda, que no solamente abordan emisiones GEI, como por ejemplo calidad de vida, salud, y confort.
- Existen diferencias en los procesos de modelación utilizados en las diferentes etapas del ciclo de vida de la vivienda que impidieron la integración de las tres curvas MAC (materiales, uso y operación, y diseño técnico y arquitectónico).
- No existen bases de datos climatológicas compatibles para ser utilizadas en programas especializados en el análisis bioclimático de edificaciones colombianas (solo existe información para Bogotá).
- Con el fin de priorizar medidas de reducción de emisiones GEI, se debe considerar otras herramientas complementarias, al análisis que se logra con la curva MAC (v.g., análisis de co-beneficios, análisis de sensibilidad de las medidas de mitigación).

Recomendaciones

- Resulta conveniente que estudios siguientes consideren modelaciones integradoras de aspectos para la edificación, el urbanismo y la movilidad en los contextos de las ciudades colombianas para examinar escenarios alternativos de patrones de ocupación del suelo, densidades y tecnologías. Dada la distinta disponibilidad de suelo y tendencias locales de desarrollo en los centros urbanos mayores, es necesario modelar escenarios que permitan valorar los efectos ambientales que éstos aportan.
- Es considerable el efecto que la ciudad informal tiene sobre la nueva construcción pero, predominantemente, sobre la inercia del inventario construido. Por esto, es prioritario conocer en mayor detalle cualitativo y cuantitativo las características de estos desarrollos y sus propias dinámicas de transformación de modo que se puedan modelar y proponer estrategias y conjuntos de acciones alternativas para su sistemático mejoramiento en acuerdo con objetivos estratégicos ambientales de largo plazo.

Recomendaciones

- Se recomienda hacer un análisis más completo de las viviendas considerando otros beneficios adicionales a la reducción de emisiones GEI que pueden ser más relevantes en términos de calidad de vida y salud de la población (v.g., calidad del aire, estándares mínimos de ventilación, condiciones mínimas de salubridad, calidad ambiental de la vivienda).
- Considerar un análisis ambiental integral, no solamente enfocado en la reducción de GEI, sino en otros efectos en los cuales las viviendas puedan tener un mayor impacto (v.g., ciclo hidrológico, protección de cuerpos de agua).
- Ampliar el análisis a otros sectores relacionados con emisión de GEI y las viviendas como, por ejemplo, el tema del transporte, el manejo de residuos sólidos y aguas residuales. Un análisis considerando, además, el transporte de pasajeros permitiría comparar el impacto en emisiones GEI de los modelos de ciudad expandida o compacta viendo el efecto por emisiones de materiales por construcción en altura vs. el efecto de mayores distancias de transporte.

Recomendaciones

- Es inexistente la información sobre las dinámicas de transformación de los espacios residenciales en conjuntos construidos. Por esto, se requiere apoyar observatorios que aporten mediciones significativas sobre tendencias en los mismos para formular modelaciones y medidas que puedan contribuir a su gestión.
- La experiencia de este trabajo muestra la importancia de convocar diferentes estamentos para la validación del trabajo, identificación de acciones y construcción de la estrategia de implementación. No es evidente reunir todas las personas y organizaciones interesadas. Así es que la labor del Consejo en la coordinación de Estudios como este es esencial.

Recomendaciones

- Igualmente, a través del CSSS se puede contribuir a evidenciar la importancia de contar con información actualizada y detallada de los consumos de energía en las diferentes regiones y tipos de vivienda. La UPME debería ser una fuente de información permanente y confiable.
- Finalmente, dadas las limitaciones en información, es recomendable contar con un mayor tiempo destinado a la obtención y caracterización del sector que se quiere y, a partir de esto, los resultados obtenidos con la evaluación de las medidas podrán ser más acercados a la realidad y no se estaría subestimando o sobrestimando el potencial de reducción.