

ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN

GRUPO ARGOS



Plan de Mitigación

2.1 Objetivo

Establecer un plan de trabajo para reducir las emisiones de CO₂e del GE Argos con base en un horizonte de mediano y largo plazo, planteando metas ambiciosas con el propósito de alcanzar la carbono neutralidad en el 2050, alineándose con los acuerdos internacionales. Para alcanzar este objetivo, se plantea en el presente documento la hoja de ruta de cada negocio para la definición de su meta de mitigación de GEI a 2030 y las tendencias a 2050 frente a la gestión de sus emisiones de GEI.

emisiones indirectas (alcance 2) de cada uno de sus negocios. El primer año reportado es el 2015, en el cual las emisiones absolutas (alcance 1 y 2) fueron de 12.385.360 tCO₂e. Entre 2016 y 2019 el valor de las emisiones absolutas disminuyó, alcanzando en 2019 un total de 10.266.335 tCO₂e, lo que implica una reducción del 17% en los últimos 4 años (Ver Tabla 1). Esta reducción está asociada a la implementación de medidas de mitigación enfocadas en la eficiencia energética en las operaciones y en las instalaciones, la reducción en el uso de combustibles fósiles y la desinversión en activos con alto consumo de combustibles convencionales.

2.2 Antecedentes: principales hallazgos del diagnóstico

2.2.1 Huella de carbono del GE Argos

Las emisiones de GEI del GE Argos se consolidan teniendo en cuenta las emisiones directas (alcance 1) y las

Tabla 1 Histórico de emisiones de CO₂e por compañía

Negocio	2015		2016		2017		2018		2019	
	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 1	Alcance 2
Cementos Argos	9.073.027	336.482	8.186.365	341.271	8.167.887	436.634	8.298.395	452.167	8.713.631	446.322
Celsia	2.857.802	63.059	2.491.512	51.371	967.008	22.334	1.158.508	31.061	988.436	69.681
SATOR	36.650	118	38.927	107	36.640	105	37.066	112	21.493	104
Opain	945	4.679	1.556	4.178	1.709	2.521	1.416	2.946	1.398	3.794
Grupo Argos (incluido NDU)	815	98	585	94	485	40	314	31	210	39
Odinsa	517	11.169	404	4.341	406	2.854	18.316	2.836	18.350	2.877
Total	11.969.756	415.605	10.719.349	401.362	9.174.135	464.488	9.514.015	489.153	9.743.518	522.817

Fuente: (Grupo Empresarial Argos, 2020)

En cuanto a las emisiones de alcance 3, todos los negocios han realizado ejercicios de cuantificación de estas emisiones en diferentes años. Cementos Argos y Celsia tienen datos desde el 2015 al 2019. Odinsa por su parte, cuenta con información únicamente para el 2018 y SATOR únicamente para el 2015. La Tabla 2 muestra las

emisiones de GEI en todos sus alcances con el respectivo porcentaje de representatividad en Cementos Argos, Celsia y Odinsa en el 2018. Para el caso de Odinsa estas representan el 97% de sus emisiones totales. Para Cementos Argos representan el 29% y para Celsia el 17%.

Tabla 2 Aporte para cada alcance en el 2018 para los negocios estratégicos del Grupo Empresarial

	Cementos Argos	Celsia	Odinsa
Total emisiones alcance 1	8.298.395,00	1.158.508,22	18.316,00
Aporte (%)	67,30	81,22	2,87
Total emisiones alcance 2	452.167,00	31.060,41	2.836,00
Aporte (%)	3,67	2,18	0,44
Total emisiones alcance 3	3.580.053,00	236.783,00	617.978,00
Aporte (%)	29,03	16,60	96,69
Total alcance 1, 2 y 3	12.330.615,00	1.426.351,63	639.130,00

Fuente: Elaboración propia con base en información de los negocios

2.2.2 Análisis de la meta de mitigación de GEI de 2025

En el 2016 el GE Argos estableció una meta de mitigación de GEI para las emisiones directas o alcance 1, que tiene como propósito reducir el 20% de las emisiones directas de CO₂e para el 2025 en relación con los ingresos consolidados, respecto al año base 2015. Esta meta está compuesta por un indicador de intensidad que es el resultado de la división del total de las emisiones directas de CO₂e de los ingresos consolidados del mismo (en millones de pesos colombianos).

Los valores obtenidos para el indicador mencionado desde el 2015 (año base) al 2019 se presentan en la Tabla 3 Intensi-

dad (tCO₂e/Millón de COP) del GE Argos. Si bien las emisiones alcanzadas por el GE Argos han disminuido en un 17% con respecto al año base, los ingresos han aumentado un 32,27%. Es decir, los valores de intensidad respecto al año base han disminuido gradualmente, superando la meta establecida para 2025. La relación entre el aumento de ingresos y la disminución de emisiones de GEI refleja un avance significativo en la incorporación de operaciones menos carbono intensivas manteniendo la productividad y el balance económico del Grupo Empresarial.

Tabla 3 Intensidad de las emisiones directas (tCO₂e/Millón de COP) del Grupo Empresarial Argos

Año	2015	2016	2017	2018	2019	Meta a 2025
Ingresos (Millones de COP)	12.700.304	14.552.884	14.573.579	14.314.013	16.798.588	N.A
Total emisiones (tCO₂e)	11.971.798	10.719.904	9.179.394	9.512.207	9.732.616	N.A.
Intensidad (tCO₂e/Millón de COP)	0,94	0,74	0,63	0,66	0,58	0,75
% reducción de la Intensidad respecto al año base		22%	33%	30%	38%	20%

Fuente: (Grupo Argos, 2020a)

Dado que la reducción de emisiones de GEI es uno de los componentes estratégicos en el marco de la gestión del cambio climático del Grupo Empresarial Argos, las acciones de mitigación implementadas a la fecha por los negocios

del Grupo Empresarial Argos se clasifican en 3 categorías transversales que corresponden a eficiencia energética, economía circular y servicios ecosistémicos y biodiversidad (ver Tabla 4).

Tabla 4 Categorías transversales de mitigación de GEI en el Grupo Empresarial

Categorías transversales	Fuentes de emisión/remoción	Medidas de mitigación de GEI
Eficiencia Energética	Consumo de energía eléctrica.	Generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable no convencionales. Consumo eficiente de energía eléctrica.
	Consumo de combustibles fósiles.	Uso de combustibles alternativos y de combustibles con un menor factor de emisión de CO ₂ (como el gas natural) en comparación al carbón y el petcoke. Reducción del consumo calórico.
	Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía.	Medidas de eficiencia energética en termoeléctricas Energía Solar
Economía Circular	Ciclo de vida Productos/Servicios.	Análisis del ciclo de vida de productos y de servicios: Cambios en procesos productivos enfocados en las materias primas
	Obtención de materias primas.	Tratamiento de residuos. Recuperación y comercialización de residuos
	Disposición final de residuos.	Rediseño de productos (productos bajos en carbono)
Servicios Ecosistémicos y Biodiversidad	Captura y secuestro de carbono en áreas restauradas reforestadas y/o conservadas.	Iniciativas carbono azul.
		Siembras Voluntarias
		Acuerdos de conservación

Fuente: Elaboración propia

2.3 Principio, acuerdos y meta

Principio:

El Grupo Empresarial Argos contribuye a la transición hacia una economía baja en carbono a través de la búsqueda activa de soluciones que permitan mitigar las emisiones de GEI en línea con las recomendaciones científicas y los acuerdos internacionales

Acuerdos:

1. Nos alineamos con los acuerdos internacionales en materia de cambio climático y los lineamientos científicos existentes.

2. Trabajaremos en pro de una meta conjunta como Grupo Empresarial, así como por una meta definida para y por cada compañía, la cual será expresada de manera que refleje las particularidades de cada negocio y por lo tanto podrá formularse y revisarse en cualquier momento, aplicando el año base y la metodología de cálculo que mejor se ajuste a cada caso particular.

3. Mediremos y someteremos a verificación externa las emisiones de CO₂e de cada una de nuestras compañías de manera permanente y con periodicidad igual o menor

a 1 año y la facilitaremos oportunamente para que sea consolidada a nivel de Grupo Empresarial.

4. Calcularemos anualmente los costos a la sociedad derivados de nuestras emisiones de GEI en las operaciones.

5. Proporcionaremos información oportuna y veraz sobre nuestro desempeño en mitigación de cambio climático a todos nuestros grupos de interés.

6. Revisaremos el plan de mitigación cada 2 años.

Meta:

Reducir el 46% de las emisiones de CO₂e por millón de pesos de ingresos consolidados del Grupo Empresarial para el año 2030. (Mitigación del 43% y Compensación del 3% de emisiones de CO₂e de alcance 1 y 2, año base 2018)

Ambición a largo plazo:

Ser carbono neutral a 2050.

2.4 Detalle de la meta de mitigación de GEI a 2030

La meta de mitigación de GEI definida para 2030 se desarrolló con base en diferentes criterios y supuestos, los cuales se explican a continuación.

2.4.1 Criterios

Para la formulación de la meta de mitigación de GEI del GE Argos se definieron 5 criterios (Ver Tabla 5). El detalle de la selección de estos criterios se amplía en el Anexo 9.2.1 Detalle de selección de criterios de meta de mitigación a 2030.

Tabla 5 Criterios para definir la meta de mitigación de GEI del Grupo Empresarial a 2030

Criterios		Descripción
1. Tipo de Meta	Intensidad (tCO ₂ e/millón de COP)	Todos los negocios van a contribuir al cumplimiento de la meta del Grupo Empresarial Argos y será de tipo intensidad (tCO ₂ e/millón de COP – ingresos consolidados).
2. Año base	2018	El año más reciente y con información más completa de todos los negocios. El año base del Grupo Empresarial Argos es 2018. Para la meta de mitigación específica de cada negocio cada uno podrá definir su año base.
3. Alcances	1 y 2	Para la meta del Grupo Empresarial Argos se incluirán alcances 1 y 2. Cada negocio podrá definir si su meta específica es consolidada o separada por alcance. En la búsqueda del cumplimiento de criterios SBT se podrá considerar incluir alcance 3 en próximas revisiones de este plan.
4. Enfoque de consolidación emisiones	Control Financiero	Para la meta del Grupo Empresarial Argos se utilizará el enfoque de consolidación financiera para emisiones, descontando las correspondientes a inversiones de portafolio de acuerdo con las directrices del Protocolo de GEI (GHG Protocol).
5. Enfoque de consolidación ingresos	Control Financiero	Para la meta del Grupo Empresarial Argos se utilizará el enfoque de consolidación financiera para los ingresos, descontando las correspondientes a inversiones de portafolio.

Fuente: Elaboración propia

Para el planteamiento de la meta de mitigación de GEI a 2030 se decidió no incluir el alcance 3 ya que, además de no cumplir con criterios SBT en este momento, en el marco de los comités de mitigación realizados, los negocios del Grupo Empresarial Argos resaltaron que se encuentran aun definiendo las estrategias para gestionar estas emisiones ya que esto implica involucrar a todos los actores de la cadena de valor, lo que representa un reto mayor. En ese sentido Transforma recomienda que este alcance se incluya en futuras revisiones para incrementar el nivel de ambición del GE Argos.

2.4.2 Supuestos y metodología

Para establecer la meta de mitigación del GE Argos se definieron unos supuestos para la proyección de las emisiones de GEI en cada uno de los negocios del Grupo Empresarial, los cuales se describen a continuación:

a. Cementos Argos: Para proyectar las emisiones al año 2030 se tomó el valor proyectado y aprobado por el negocio, el cual alcanza valores de reducción del 29% con respecto a su línea base, 2006.

b. Celsia: Para proyectar las emisiones al año 2030 se tomó el valor proyectado y aprobado por el negocio, el cual alcanza valores de reducción del 91% con respecto al año 2015.

c. Odinsa: Para proyectar las emisiones al año 2030 se tomó el valor proyectado por el negocio basado en el modelo SBT.

d. Sator: Para proyectar las emisiones al año 2030 se utilizó una reducción gradual del 5% de las emisiones anuales de GEI desde 2019.

e. Negocio de Desarrollo Urbano: Para proyectar las emisiones al año 2030 se utilizó una reducción gradual del 5% de las emisiones anuales de GEI desde 2019.

f. Opain¹: Para proyectar las emisiones al año 2030 se utilizó el 65% del valor proyectado por el negocio en el modelo SBT.

Para determinar la meta de mitigación de GEI a 2030 con respecto al año base 2018, se dividió el total de las emisiones de GEI a 2030 entre el total de los ingresos consolidados² proyectados a 2030 del Grupo Empresarial Argos, tal como se explica en la siguiente fórmula:

Intensidad en el año 2030

$$\frac{\text{Total de emisiones directas proyectadas (tCO}_2\text{e)} + \text{Total de emisiones indirectas (alcance 2) proyectadas (tCO}_2\text{e)}}{\text{Ingresos consolidados del Grupo Empresarial proyectados (Millones de COP)}}$$

Ingresos consolidados del Grupo Empresarial proyectados (Millones de COP)

En línea con lo anterior, se calculó el porcentaje de reducción con respecto a la línea base mediante la siguiente fórmula:

% reducción respecto al año base 2018

$$\frac{\text{Intensidad proyectada a 2030 (tCO}_2\text{e / Millón COP)} - \text{Intensidad del año base 2018 (tCO}_2\text{e / Millón de COP)}}{\text{Intensidad del año base 2018 (tCO}_2\text{e / Millón de COP)}}$$

Intensidad del año base 2018 (tCO₂e / Millón de COP)

El detalle del cálculo se puede ver en el Anexo 9.2.2 Estimación meta de mitigación y compensación.

2.4.3 Resultado

El ejercicio de proyección resultó en la definición por parte del GE Argos de una meta de reducción de emisiones de GEI del 46% con respecto al año base 2018, compuesta por un 43% de mitigación y un 3% de compensación. La reducción del 43% equivale a pasar de una intensidad de 0,72 tCO₂e/millón de COP en el 2018 a una intensidad de 0,388 tCO₂e/millón de COP en el 2030 (Ver Tabla 6).

Tabla 6 Meta de reducción de emisiones de GEI del Grupo Empresarial Argos a 2030

Año Base - 2018			Meta a 2030								
			Mitigación		Compensación*			Total (Mitigación + Compensación)			
Emisiones absolutas directas e indirectas consolidadas (tCO ₂ e)	Ingresos consolidados (M COP)	Intensidad emisiones consolidada (tCO ₂ e/ Millón de COP)	Emisiones absolutas proyectadas (tCO ₂ e)	Reducción de la intensidad de emisiones frente al año base por mitigación	Emisiones a compensar (tCO ₂ e)	Número de árboles a sembrar por año	Reducción de la intensidad de emisiones frente al año base por compensación	Emisiones absolutas netas proyectadas (tCO ₂ e)	Ingresos consolidados proyectados+ (M COP)	Intensidad emisiones proyectada neta (tCO ₂ e/ Millón de COP)	Reducción total de la intensidad frente al año base por ambos conceptos
10.003.168	13.936.999	0,72	8.190.521	-43%	431.079	800.000	-3%	7.759.442	20.020.150	0,388	46%

Fuente: Elaboración propia con información de Grupo Argos y los negocios

¹ El Grupo Empresarial Argos tiene control sobre Opain con una participación accionaria del 65%, el 30% corresponde a Grupo Argos y el restante 35% corresponde a Odinsa. Por lo tanto, el Grupo Empresarial debe incluir el 100% de las emisiones de Opain en su inventario de GEI. El 35% de las emisiones de la concesión están incluidas en las de Odinsa y el 65% restante son las de Opain.

² Fuente: Equipo de Estrategia Fusiones y Adquisiciones de Grupo Argos

La proyección realizada para cada una de las compañías con base en los criterios y supuestos definidos en los apartados 2.4.1 y 2.4.2. y las emisiones del año base se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7 Emisiones de CO₂e año base 2018 y proyectadas a 2030 por compañía

Compañía	2018 (Año base)				Supuestos para proyección		2030 (Año meta, proyectado)			
	Emisiones directas (tCO ₂ e)	Emisiones indirectas (tCO ₂ e)	Ingresos (M COP)	Intensidad Emisiones directas + indirectas (tCO ₂ e/ Millón COP)	Emisiones directas (tCO ₂ e)	Emisiones indirectas (tCO ₂ e)	Emisiones directas (tCO ₂ e)	Emisiones indirectas (tCO ₂ e)	Ingresos (M COP)	Intensidad emisiones directas + indirectas (tCO ₂ e/ Millón COP)
Cementos Argos	8.298.395	452.167	8.472.323	1,03	Proyecciones en 2030	5% emisiones 2018	7.615.204	429.559	13.775.153	0,58
Celsia	1.158.508	31.061	3.410.342	0,35	Proyección anual de emisiones a 2030		119.916		4.931.836	0,02
Odinsa	18.316	2.836	1.773.192	0,01	Modelo SBTs (31%)		11.253		804.653	0,01
Sator	37.066	112	102.627	0,36	-5% emisiones anuales desde 2019		12.285		134.208	0,09
Opain*	1.416	2.946	1.051.619	0,004	65% del valor en el Modelo SBTs (36%)		2.164		162.883	0,01
Grupo Argos	314	31	1.051.619	0,002	-5% emisiones anuales desde 2019		141		374.300	0,0004
Total	10.003.168		13.936.999	0,72			8.190.521		20.020.150	0,41
									20.020.150	-43%

Fuente: Elaboración propia con información de Grupo Argos y los negocios

2.4.4 Plan de trabajo (Hoja de ruta para el cumplimiento de la meta de mitigación)

Para el cumplimiento de la meta de mitigación de GEI del GE Argos, los diferentes negocios implementarán medidas de mitigación que se clasifican en las siguientes categorías:).

Cementos Argos: acciones de eficiencia en sus operaciones de cemento que incluyen:

- Sustitución de combustibles convencionales por alternativos en su proceso de clinkerización
- Reducción de su consumo calórico específico en la producción de clinker, con respecto a los niveles actuales
- Preferencia por combustibles fósiles con un menor factor de emisión de CO₂ (como el gas natural), en comparación al carbón y el petcoke
- Acciones de innovación concentradas en reducir el factor clinker/cemento como:
 - Cementos híbridos
 - Arcillas activadas térmicamente

Celsia

- Generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables convencionales (hidroeléctricas) y no convencionales (solar y eólica)
- Servicios de eficiencia energética para ahorro (iluminación eficiente y distritos térmicos)

Odinsa:

- Reducir el consumo de energía en los Aeropuertos El Dorado y Mariscal Sucre
- Disminuir el consumo de combustibles fósiles

SATOR y Grupo Argos (incluido NDU)

- Mejorar la eficiencia energética en las instalaciones
- Disminuir el consumo de combustibles fósiles

La hoja de ruta de cada negocio para la definición de su meta de mitigación de GEI a 2030 y el detalle de las acciones a implementar se detalla más adelante.

2.4.5 Seguimiento (metas intermedias)

Teniendo en cuenta el compromiso de revisión bianual del plan, se plantean unas metas intermedias de acuerdo con las proyecciones anuales para cada negocio. El método de proyección anual de las emisiones de GEI para Cementos Argos fue la interpolación lineal se realizó para estimar los valores del intervalo entre 2019 a 2030 uti-

lizando valores entregados por el negocio para esos dos años (2019 y 2030). Para Celsia, Odinsa y Opain se utilizaron los valores anuales entregados por el negocio, y para Sator y Grupo Argos, incluido NDU, se utilizó una reducción gradual del 5% de las emisiones anuales desde 2019 (Ver Tabla 8).

Tabla 8 Metas intermedias de mitigación de GEI del Grupo Empresarial Argos

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Cementos Argos	9.058.572	8.957.191	8.855.810	8.754.429	8.653.048	8.551.668	8.450.287	8.348.906	8.247.525	8.146.144	8.044.763
Celsia	256.000	104.294	370.517	901.135	240.841	129.887	122.627	116.652	903.668	119.133	119.916
Odinsa	21.553	20.986	20.419	19.851	19.284	18.717	15.064	14.111	13.159	12.206	11.253
Sator	20.518	19.492	18.517	17.591	16.712	15.876	15.082	14.328	13.612	12.931	12.285
Opain	4.144	4.035	3.926	3.817	3.708	3.599	2.896	2.713	2.530	2.347	2.164
Grupo Argos	236	224	213	202	192	182	173	165	156	149	141
Total	9.361.022	9.106.222	9.269.402	9.697.026	8.933.785	8.719.929	8.606.130	8.496.875	9.180.650	8.292.909	8.190.521
Ingresos consolidados (Millones de COP)	13.502.246	15.266.248	15.477.260	15.930.743	16.676.909	17.396.092	18.335.899	17.377.181	18.033.562	18.983.384	20.020.150
Intensidad (tCO ₂ /Millón de COP)	0,69	0,60	0,60	0,61	0,54	0,50	0,47	0,49	0,51	0,44	0,41
% Reducción con respecto a la línea base	-3%	-17%	-17%	-15%	-25%	-30%	-35%	-32%	-29%	-39%	-43%

Fuente: Elaboración propia con información de Grupo Argos y los negocios

2.5 Plan de mitigación por negocio

2.5.1 Plan de Mitigación Cementos Argos

2.5.1.1 Meta específica a 2025

En 2015, Cementos Argos estableció una meta para reducir sus emisiones de CO₂e a 2025. Esta meta consiste en reducir el 25% de las emisiones de CO₂ netas por tonelada de material cementante que se producirá en el año 2025 respecto a su año base que corresponde al 2006. La meta implica alcanzar en 2025 un indicador específico de emisiones netas de 544 kg CO₂/t de material cementante.

Con el objetivo de cumplir la meta propuesta para 2025, Cementos Argos estableció tres palancas de reducción de emisiones de CO₂ las cuales son: disminución en el consumo calórico en hornos, incremento en el uso de combustibles alternativos y reducción del factor clinker/cemento. Para gestionar estas palancas se definió un

indicador que determina el porcentaje de sustitución de consumo calórico con combustibles alternativos. Para este indicador se estableció una meta de sustitución del 18% al año 2025. Adicionalmente, desde la Política Energética se planteó una meta que busca la reducción del consumo calórico en 10% al año 2025.

Desde el año 2006, el indicador de emisiones específicas netas se ha reducido en 14,5%, pasando de 735 a 628 kg CO₂/t material cementante. En 2019, el indicador de emisiones específicas netas aumentó 2% respecto a 2018, principalmente por un ligero aumento del factor clinker cemento y el consumo calórico.

2.5.1.1 Meta específica a 2025

Cementos Argos revisa cada dos años su estrategia ambiental, incluyendo las metas de reducción de emisiones de GEI. Este proceso se realiza por medio de una planeación por escenarios de las operaciones y las emisiones de CO₂ directas e indirectas, así como las oportunidades de crecimiento e innovación que se derivan de las relaciones con clientes y de los retos ambientales que se presentan

en el contexto operativo. Este año se realizó un análisis de escenarios en todas las regionales con proyección al año 2030 con el objetivo de evaluar la meta de reducción actual y establecer una nueva meta de mitigación de GEI a 2030 para las emisiones de alcance 1.

2.5.1.2.1 Construcción de escenarios

El ejercicio de proyección de escenarios para definir la meta para el 2030 se desarrolló a partir de las siguientes consideraciones:

• **Información de entrada:**

- Consumo calórico en hornos
- Combustibles alternativos
- Factor Clinker/cemento
- Mezcla de combustibles en el horno
- Modelo integrado: producciones de clinker y cemento con proyecciones al año 2030

• **Premisas para los escenarios:**

- Business as usual (franja verde): Proyectos ya aprobados por la compañía.
- Iniciativas de mejora (franja azul): implica la inversión en proyectos de bajo
- capex, cada uno con una inversión menor a USD 1 M.
- Potencial tecnológico (franja naranja): implica la inversión en proyectos con
- potencial tecnológico de capex medio, cada uno con una inversión entre USD 1-10 M.
- Renovación tecnológica (franja gris): implica la inversión en proyectos de
- renovación tecnológica, de alto capex, cada uno con una inversión mayor a USD 10 M.

Adicionalmente, se consideran otras premisas como proyectos estratégicos de corto plazo (cementos híbridos y uso de puzolanas artificiales en Cemento Estructural Max de Rioclaro), y otras variables de operación como la temporalidad de los escenarios: año 2030 y los escenarios para las 3 regionales modelados.

Se modelaron 32 escenarios plausibles. Para ello, se emplearon estimaciones de la producción de Clinker y cemento, de los consumos calóricos y del mix de combustibles en los hornos, y del factor clinker-cemento al 2030 para cada caso, obteniendo así los estimados de emisiones específicas netas por tonelada de material cementante para cada escenario.

2.5.1.2.2 Escenario seleccionado

De acuerdo con lo anterior, Cementos Argos estableció su meta de emisiones específicas netas de CO₂ alcance 1 a 2030 en 523 kg CO₂/tonelada de material cementante, retándose a alcanzar una reducción del 29% en sus emisiones respecto a su línea base 2006, proyectando un crecimiento del 14% en su producción de material cementante en comparación a la producción del 2019.

Para lograr la reducción de sus emisiones, Cementos Argos se apalancará en acciones de eficiencia en sus operaciones de cemento, tales como:

1. Alcanzar un 33% de sustitución de combustibles convencionales con alternativos en su proceso de clinkerización.
2. Reducir el 9% de su consumo calórico específico en la producción de clinker con respecto a los niveles actuales.
3. Disminuir el consumo de carbón por la diversificación del portafolio de combustibles fósiles con menores factores de emisión de GEI, como el gas natural.

Así mismo, se apalancará en acciones de innovación concentradas en reducir el factor clinker/cemento, como:

1. Cementos híbridos, iniciativa que busca reemplazar el consumo de clinker aumentando el uso de materiales cementantes suplementarios en la fabricación del cemento como escorias y puzolanas, garantizando la calidad del producto.
2. Incrementar el consumo de arcillas activadas térmicamente (puzolanas artificiales) para reemplazar el contenido de clinker en sus productos, en especial en el Cemento Estructural Max de Rioclaro.

El resultado general del modelo indica que para el cumplimiento de la meta de reducción de emisiones en la compañía se deben realizar, en su mayoría, inversiones entre USD 1 y 80 Millones.

2.5.1.2.3 Próximos pasos: Definición de acciones de mitigación para cumplir la meta y cronograma de implementación

Una vez definido el escenario de mitigación de GEI y las áreas de acción que permitirán el cumplimiento de la meta, Transforma recomienda definir un portafolio de medidas de mitigación de GEI que refleje las acciones puntuales a implementar en cada una de las plantas de todas las regionales con su respectivo análisis de costo beneficio, teniendo en cuenta el CAPEX definido en el escenario seleccionado, así como su potencial de mitigación anual en tCO₂e.

Una vez se tenga este portafolio construido, se recomienda realizar un cronograma que permita realizar el seguimiento en la implementación y operación de las medidas, así como el cumplimiento de la meta.

2.5.1.3 Políticas públicas y tendencias nacionales

El componente de mitigación de GEI de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés) de los países es un instrumento clave para identificar las tendencias de los países y sus sectores frente a la gestión de las emisiones de GEI a futuro. La Tabla 9, presenta un análisis de las de las NDC de los países en donde Cementos Argos opera actualmente para resaltar las tendencias frente a la mitigación de GEI, demostrando si aplica frente al sector.

Vale la pena señalar que muchos países están en proceso de actualización de sus NDCs, las cuales se espera sean entregadas a finales del 2020 o durante el 2021.

Tabla 9 Análisis de las NDC en los países de operación de Cementos Argos

País de operación	NDC del sector cementero
Colombia	Para las NDC de Colombia, actualmente en consulta pública, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo ha establecido como línea estratégica de mitigación del sector cementero el “desarrollo de procesos de producción sostenible en el sector cemento, mediante la gestión en eficiencia energética e incremento del co-procesamiento que impacten en la reducción de emisiones de GEI hasta el 7,5 % en su indicador de intensidad de emisiones por unidad productiva al 2030” (MADS, 2020). Esto promueve el apoyo a la optimización de procesos relacionados con energía térmica y con el aprovechamiento de materiales con valoración energética y de algunos componentes utilizando la capacidad instalada de la planta para elevar el nivel de co-procesamiento. Entre las posibles mejoras planteadas se resalta la necesidad de sostener los niveles actuales de clinker - cemento, y el beneficio de las emisiones evitadas por el manejo de los residuos por el incremento del co-procesamiento en los procesos industriales en las plantas (MADS, 2020)
Estados Unidos y Puerto Rico	Si bien las emisiones de EE. UU. en 2020 serán más bajas como resultado de la pandemia de COVID-19, el continuo retroceso de la política climática de la administración actual y su respuesta a la pandemia contrarrestará parte de la caída de las emisiones. Con el cambio de administración, existen diferentes propuestas que incluyen planes de recuperación económica centrados en inversiones en energía limpia y la creación de empleos verdes. Se contemplan metas ambiciosas incluyendo la carbono neutralidad en el sector de energía para 2035, la mejora de cuatro millones de edificios para cumplir con los más altos estándares de eficiencia energética e impulsar la innovación y la reducción de costos en tecnologías críticas de energía limpia, incluyendo el almacenamiento de baterías y el hidrógeno verde.
Haití	Las NDCs de Haití plantea un aumento de la participación de las energías renovables en el sistema eléctrico del 47% para 2030, que comprenderá 24,5% de energía hidroeléctrica, 9,4% eólica, 7,5% solar y 5,6% biomasa. Si bien tiene un objetivo incondicional que consiste en la reducción de emisiones del 5% en comparación con el escenario de referencia para 2030, es decir, un total de 10 Mt CO ₂ eq, también tiene un objetivo condicional que establece el compromiso de reducir en un 26% adicional en comparación con el escenario de desarrollo de tendencias para 2030, es decir, un total de 35,24 Mt CO ₂ -e. Por lo tanto, la República de Haití tiene la intención de reducir sus emisiones en un 31% en relación con un escenario base, lo que representa una reducción absoluta de 45,24 MtCO ₂ e.

País de operación	NDC del sector cementero
Panamá	La Contribución Nacionalmente Determinada de Panamá se centra en los esfuerzos de mitigación en el sector de energía, enfocado en el subsector de industrias de la energía, que se refiere a la producción de energía eléctrica, y en el sector de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (NDC Partnership). No se cuenta con información para el sector cemento.
República Dominicana	República Dominicana recientemente reglamentó el Sistema Nacional de Medición, Reporte y Verificación de los Gases de Efecto Invernadero de la República Dominicana (MRV), con el objeto de contabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero y ejecutar acciones de mitigación para garantizar el financiamiento orientado a impulsar acciones climáticas.
Guyana Francesa (Francia)	La Unión Europea y sus 28 Estados miembros presentaron una NDC conjunta: que plantea una reducción de al menos un 40% de las emisiones de GEI para 2030 en comparación con el tipo de meta de GEI de 1990. En septiembre de 2015, el gobierno de Francia definió un Plan de Energía Climática (PCE) que persigue dos objetivos complementarios (mitigación y adaptación al cambio climático) y se estructura en 7 áreas de intervención y 15 orientaciones operativas. Además, el gobierno lanzó en noviembre de 2015 un Plan de Transición Energética (PTE) 2015-2030 que confirma el objetivo del 50% de energías renovables para la producción de electricidad en 2020 y aumenta al 75% en 2030 (NDC Partnership). La transición energética objetivo se logrará mediante la transición de un modelo centralizado de combustibles fósiles a un modelo interconectado de pequeñas unidades basado en energías renovables (NDC Partnership).
Surinam	Surinam ha tomado la iniciativa de alejarse de los negocios habituales y trazar un rumbo hacia un desarrollo compatible con el clima a través de un marco propicio que ha incluido la preparación y aprobación de una Política, Estrategia y Plan de Acción Nacional sobre Cambio Climático (NCCPSAP). La República de Surinam tiene la intención de implementar el NCCPSAP y buscará los recursos adecuados para apoyarlo. Dentro de sus políticas sectoriales, la política de energía renovable plantea una meta de 25% o más de energías renovables para 2025. Algunas de las acciones mencionadas para esto es el establecimiento de políticas para la eliminación de tarifas sobre las energías renovables (NDC Partnership).

Fuente: Elaboración Propia

2.5.1.4 Visión a 2050

La Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) en conjunto con el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) y su Iniciativa sectorial de Sostenibilidad para el sector Cementero (CSI), ahora Asociación Global del Cemento y el Concreto (GCCA por sus siglas en inglés), desarrollaron para el año 2018 la hoja de ruta para la transición a bajas emisiones de carbono en la industria del cemento. Esta define cuatro palancas de mitigación de las emisiones de carbono con una serie de acciones a desarrollar entre 2020 y 2050. El resumen se presenta a continuación:

1. Mejorar la eficiencia energética: Se plantea la eliminación de los subsidios al precio de la energía, la eliminación progresiva de los hornos de secado prolongado y los procesos de producción en húmedo, así como el desarrollo de programas de establecimiento de objetivos de mejora de la eficiencia energética a nivel de planta o sector (WBCSD & GCCA, 2018).
2. Cambio a materias primas y combustibles alternativos: Se hace énfasis en el cambio a combustibles alternativos (combustibles que son menos intensivos en carbono que los combustibles convenciona-

les), y en el uso de biomasa y materiales de desecho en hornos de cemento para compensar el consumo de combustibles fósiles intensivos en carbono. Así mismo, se resalta la importancia de reforzar la normativa de gestión de residuos para dar prioridad al co-procesamiento de residuos frente a la incineración y disposición en rellenos sanitarios. En este sentido, se plantea el intercambio de mejores prácticas internacionales para la trazabilidad y el seguimiento del impacto de las mismas. Se plantea fortalecer también la capacitación de autoridades para permisos, control y supervisión, y la sensibilización del público sobre los beneficios de una gestión óptima de los residuos (WBCSD & GCCA, 2018).

3.Reducir la proporción de clinker a cemento: Se propone desarrollar normas y códigos de cemento y hormigón que permitan un uso más generalizado de cementos mezclados y que garanticen la fiabilidad y durabilidad del producto en la aplicación final. De igual manera se resalta la importancia de fomentar el uso de cementos mezclados en las políticas de aprovisionamiento y contratación pública (WBCSD & GCCA, 2018). Adicionalmente se resalta la importancia de garantizar la trazabilidad, el etiquetado, y el abastecimiento ético y responsable de los materiales de construcción y de aunar esfuerzos de Investigación y Desarrollo (I&D) en posibles materiales de mezcla de cemento que actualmente no se pueden utilizar debido a limitaciones de calidad (WBCSD & GCCA, 2018).

4.Utilizar tecnologías emergentes e innovadoras que contribuyan a la descarbonización en la generación de electricidad mediante la adopción de tecnologías de recuperación de exceso de calor y generación de energía con energías renovables, así como aquellas que integren la captura de carbono en el proceso de fabricación de cemento para un almacenamiento duradero. Para esto se sugieren una serie de acciones enfocadas en (WBCSD & GCCA, 2018):

- a. Mitigar los riesgos mediante mecanismos de inversión que aprovechen la financiación privada para tecnologías innovadoras bajas en carbono y mediante la promoción de asociaciones público-privadas.
- b. Lograr la demostración a escala comercial de la captura de carbono por oxidcombustible en la producción de cemento y adquirir experiencia en la operación de tecnologías de post combustión a gran escala en plantas de cemento.

c. Coordinar la identificación y demostración de redes de transporte de CO₂ a nivel regional, nacional e internacional para optimizar el desarrollo de la infraestructura.

d. Aumentar la cooperación internacional para armonizar enfoques para la selección de sitios seguros, operación, mantenimiento, monitoreo y verificación del almacenamiento permanente de CO₂.

e. Desarrollar marcos regulatorios coordinados internacionalmente y educar e informar al público y a las partes clave interesadas sobre el almacenamiento de carbono para generar aceptación social.

f. Generar incentivos a las inversiones en energía limpia y proporcionar flexibilidad a las redes de energía locales, por ejemplo, incentivos fiscales para la recuperación de calor en exceso.

Sin embargo, la ambición climática en la industria cementera a nivel global ha escalado sus compromisos apuntando a la producción de concreto carbono neutro basado en las reducciones significativas que la industria ya ha logrado, mediante las hojas de ruta existentes y los esfuerzos de colaboración regionales (GCCA, 2020). Al respecto, se resalta que desde 1990, la industria cementera global ha logrado una reducción del 19,2% en las emisiones de CO₂ por tonelada de material cementante y un aumento de más de nueve veces en el uso de combustibles alternativos que reemplazan a los combustibles fósiles convencionales (GCCA, 2020).

Por lo tanto, este año la GCCA, anunció que viene trabajando en una hoja de ruta a 2050 mediante la cual establecerá una visión a largo plazo para la industria y todos los socios de la cadena de valor, en la cual incluirá un plan para vincular las tecnologías, estrategias, políticas y palancas necesarias para lograr dicha visión. Esta hoja de ruta se publicará a finales de 2021 e incluirá una estrategia de implementación detallada. Teniendo en cuenta las hojas de ruta de tecnología integral existentes producidas para el sector del cemento, la del 2050 se centrará en la producción de concreto carbono neutro, mediante el enfoque de economía circular, teniendo en cuenta, por ejemplo (GCCA, 2020):

- La reducción de emisiones en la producción de cemento y concreto.
- Los ahorros proporcionados por el concreto durante su vida útil.
- La reducción de la demanda mediante la promoción del diseño.
- Las eficiencias de los materiales de construcción y

- los estándares mejorados.
- La reutilización de estructuras enteras de concreto.
- El diseño para desmontaje y reutilización de elementos teniendo en cuenta los ahorros
- de CO2 al final de la vida útil, incluido el reciclaje del concreto y la recarbonatación
- mejorada.

Esta declaración de ambición climática se basa en el trabajo que la industria ya ha logrado así como en una selección de hojas de ruta e informes existentes disponibles en este link: <https://gccassociation.org/cement-and-concrete-roadmaps/>, dentro de los cuales se encuentra la hoja de ruta de la Comisión de Transiciones Energéticas (ETC - Energy Transitions Commission por sus siglas en inglés). Esta reúne líderes empresariales y financieros, así como expertos de industrias de difícil abatimiento entre las que se encuentra la industria cementera.

En su hoja de ruta a 2050 establece que, para apoyar el objetivo de limitar el calentamiento global idealmente a 1,5°C y, como mínimo, muy por debajo 2°C, es esencial que las industrias reduzcan sus emisiones de CO2 a través de mejoras rápidas en la eficiencia energética com-

binadas con la descarbonización rápida de la energía y la electrificación gradual de la mayor parte de la economía posible. Por lo tanto, se menciona que es técnicamente posible descarbonizar todos los sectores más difíciles de abatir hacia mediados de siglo con un costo menor al 0,5% del PIB mundial (ETC, 2020).

Otras herramientas, como la herramienta de seguimiento para la acción climática (CAT- Climate Action Tracker por sus siglas en inglés), plantean que para la industria cementera las opciones clave de mitigación apuntan a reducir la demanda de clinker, y a la descarbonización del mix energético térmico. Algunas de las opciones, como la biomasa y los residuos, ya se están utilizando, mientras que otras opciones, como los hornos eléctricos y el hidrógeno, aún no se comercializan (Climate Action Tracker, 2020).

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta las diferentes hojas de ruta para la descarbonización planteadas para la industria cementera por parte de WBCSD-GCCA, ETC y CAT, se proponen 6 tendencias en mitigación aplicables a la industria cementera (ver Figura 1).

Figura 1 Tendencias de mitigación de GEI en la industria cementera

Reducción factor Clinker-cemento	<ul style="list-style-type: none"> • Sustitución del clinker (Combinación de arcillas calcinadas y limas y otras materias primas de acuerdo a disponibilidad)
Descarbonización del mix de energía térmica	<ul style="list-style-type: none"> • Combustibles alternativos (biomasa y residuos)
Eficiencia energética en los hornos	<ul style="list-style-type: none"> • Hornos secos • Recuperación de calor en exceso
Electrificación	<ul style="list-style-type: none"> • Hornos secos • Hidrógeno
Materias primas alternativas descarbonizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Combinaciones de materias primas alternativas como componente aglutinante, para no usar clinker como agente aglutinante
Tecnologías innovadoras	<ul style="list-style-type: none"> • Captura y secuestro de carbono • Captura y uso • Tecnologías alternativas de calcinación

Fuente: Elaboración Propia con información de (Climate Action Tracker, 2020; ETC, 2020; WBCSD & GCCA, 2018)

El Anexo 9.2.2.1 Análisis de medidas de mitigación de GEI a implementar para Cementos Argos presenta una descripción ampliada de las medidas de mitigación a considerar en el mediano plazo que responden a las

tendencias del sector, resaltando algunos casos de éxito y las brechas generales que existen frente a este tipo de tecnologías.

2.5.2 Plan de Mitigación Celsia

2.5.1.1 Meta a 2025

Celsia cuenta con una meta específica de cambio climático para 2025, construida a partir de los escenarios de proyección de generación de energía hasta ese año. Esta meta busca reducir la intensidad de las emisiones de GEI asociadas a la generación de energía tomando como año base el 2015. El indicador está compuesto por las emisiones combinadas globales brutas del alcance 1 y el alcance 2 en el numerador, y el total de la energía generada por año en el denominador. El valor de la intensidad en el año base es de 377 tCO₂e/GWh y la proyección para 2025 es alcanzar 282 tCO₂e/GWh.

De acuerdo con el reporte integrado, para el año 2019 se alcanzó un porcentaje de reducción de la intensidad de

las emisiones de GEI correspondiente al 50% con respecto a la línea base. Esto corresponde a 188 tCO₂e/GWh (ver Tabla 10). Este alto porcentaje de reducción se debe, principalmente, a factores relacionados con las matrices energéticas nacionales. En el caso de Colombia, debido a las condiciones hidro-climatológicas, se aumentó la contribución de las fuentes de agua, lo cual redujo la generación de las centrales térmicas y por lo tanto, las emisiones de GEI. Igualmente, es importante resaltar que la variación en las emisiones depende principalmente de la generación térmica de cada año. Esto está relacionado con los eventos Niño y Niña que se presentan en la región, dado que la energía térmica en Colombia y Centroamérica es principalmente de respaldo.

Tabla 10 Emisiones de GEI de Celsia entre 2015-2019

Año	2015	2016	2017	2018	2019
Emisiones de GEI (tCO ₂ e)	2.920.861	2.542.884	989.342	1.189.569	1.058.118
Energía generada (GWh)	7.752	7.126	6.317	6.516	5.625
Intensidad (tCO ₂ e/GWh)	377	357	157	183	188
% Reducción respecto meta		22%	-58%	-52%	-50%

Fuente: (Celsia, 2020c)

1.1.1.1 Plan de mitigación a 2030

La estrategia de negocio a 2030 de Celsia se enfocará en la diversificación de las inversiones en el sector eléctrico hacia operaciones bajas en carbono. De acuerdo con el modelo de negocio descrito en el reporte integrado de 2019, el cual se enfoca en la infraestructura de energía eléctrica de Colombia y de los países donde operan, el objetivo es consolidar un portafolio integral para la generación, transmisión y distribución y comercialización de energía. Este portafolio incluye productos y servicios innovadores y bajos en carbono, que permitan (Celsia, 2020c):

1. Consolidar un potente portafolio de generación diversificado, resiliente y competitivo, con la participación de energías renovables no convencionales, principalmente eólica, solar y termoeléctrica con gas natural.

2. Incorporar tecnología para operar con eficiencia y prestar el mejor servicio del país a través de la generación distribuida y la movilidad eléctrica.
3. Ofrecer un portafolio a los clientes que les permita ser eficientes en su consumo de energía, implementando servicios de eficiencia energética para ahorro que impliquen la cogeneración, la energía de respaldo, la iluminación eficiente, la incorporación de activos eléctricos, la movilidad eléctrica, la climatización, la iluminación eficiente y los distritos térmicos.

Según esto, los nuevos proyectos de la compañía están enfocados en el desarrollo de proyectos solares y eólicos, así como en proyectos de energía de respaldo que para Colombia y Centroamérica son proyectos de generación térmica, específicamente el nuevo proyecto Tesorito, que tendrá una capacidad de 400 MW y operará a partir de gas natural a boca de pozo.

Adicionalmente, si bien en 2019 entraron en operación en Colombia 20 nuevos techos solares (6 MWp) y la granja solar de Comayagua en Honduras (10 MW), se cuenta con un portafolio de más de 300 MW para los próximos 5 años. Así mismo, se construirán parques eólicos con más de 350 MW en La Guajira y Atlántico (Celsia, 2020b).

De igual manera, Celsia realiza un informe de megatendencias regionales que refleja las tendencias a mediano y largo plazo en la industria eléctrica, teniendo en cuenta aspectos sociales, económicos y tecnológicos para entender las nuevas necesidades de los clientes con el fin de adaptar sus procesos a los hábitos que se han transformado, producto de la evolución tecnológica en el sector (Celsia, 2020a).

En el informe de 2019 la compañía estableció que las nuevas prioridades del cliente incluyen aspectos relacionados con inteligencia artificial para mejorar el flujo de información de venta, almacenamiento y consumo de energía, y ofertas bajo la modalidad de Energía como servicio (EaaS), considerando servicios complementarios a la energía convencional y la transición de Acuerdos de Venta de Energía (PPA) a Acuerdos de firmeza de volumen (VFA), los cuales garantizan la totalidad de su requerimiento energético (Celsia, 2020a).

Estas prioridades se complementarán con aspectos asociados con la reducción de subsidios para la entrada de fuentes de energía renovables no convencionales y la importancia de masificar el uso de la movilidad eléctrica con el fin de abrir las puertas a tecnologías como las baterías de segunda vida, entre otras. Esto contribuirá a reducir los impactos asociados a las emisiones de GEI, impactos de emisiones de otros tipos en ecosistemas y en la disponibilidad de los recursos naturales, temas prioritarios para la organización (Celsia, 2020c) (Celsia, 2020c).

2.5.2.1.1 Proyecciones emisiones a 2030

De acuerdo con la información enviada por la compañía, la proyección de emisiones de GEI entre el 2020 y el 2030 se muestra en la Tabla 11. Los valores con asteriscos corresponden a los años Niño proyectados, toda vez que la variación en las emisiones depende de la generación térmica de cada año, lo cual está relacionado con los eventos Niño y Niña que se presenten en las regiones de operación.

Año	Emisiones Totales tCO ₂ (Alcance 1 y 2)
2020	256.000
2021	104.294
2022	370.517
2023*	901.135
2024	240.841
2025	129.887
2026	122.627
2027	116.652
2028*	903.668
2029	119.133
2030	119.916

Fuente: (Celsia, 2020)

* Años en los que se prevé que se presente el evento climático conocido como Fenómeno de "El Niño" que se da por el calentamiento del océano Pacífico y consiste en una disminución de las precipitaciones (SIAC, 2020), y del cual se deriva la necesidad de generar energía térmica en mayor proporción, lo que causa un aumento de las emisiones de GEI en comparación con otros años

2.5.2.1.2 Escenario seleccionado

De acuerdo con la Tabla 10 y la Tabla 11, las emisiones de GEI de Celsia pasarán de 2.920.861 tCO₂e en 2015 a 119.916 tCO₂e en 2030. Esto implica una reducción del 91% con respecto al año 2015.

2.5.2.1.3 Próximos pasos: Definición de acciones de mitigación para cumplir la meta y cronograma de implementación

Una vez definido el escenario de mitigación de GEI y el tipo de acciones que permitirán el cumplimiento de esta meta, Transforma recomienda definir un portafolio de medidas de mitigación de GEI que desglose todos los proyectos a implementar con su respectivo análisis de costo beneficio, así como su potencial de mitigación anual en tCO₂e, con el fin de evaluar su contribución al cumplimiento de la meta.

Una vez se tenga este portafolio construido, se recomienda definir un cronograma de implementación que permita realizar el seguimiento a la implementación y operación de las medidas.

2.5.2.2 Políticas públicas y tendencias

El componente de mitigación de GEI de las NDC de cada país es un instrumento clave para identificar las tenden-

cias de los sectores frente a la gestión de las emisiones de GEI a futuro. La Tabla 12 presenta un análisis de las NDC de los países en donde CELSIA opera para resaltar las tendencias de cada país frente a la mitigación de GEI y el sector de generación de energía. Vale la pena señalar que muchos países están en proceso de actualización de sus NDC y las estarán publicando a finales de 2020 o durante el 2021.

Tabla 12 Análisis de las NDC en los países de operación de Celsia

País de operación	NDC del sector energía
Colombia	<p>Las NDC de Colombia, actualmente en consulta pública, ha establecido como línea estratégica de mitigación del sector de generación de electricidad las siguientes dos líneas estratégicas de mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de la demanda: reducir la diferencia de consumo de energía eléctrica entre horas pico y valle, gestionar la generación de energía eléctrica en horas valle a partir de fuentes no contaminantes y promover la futura implementación de tecnologías como las redes inteligentes y las tarifas dinámicas, así como la promoción de un agregador de la demanda. • Generación de Electricidad: La diversificación de la matriz energética, así como la promoción de la autogeneración mediante fuentes alternativas y la transformación de la generación energética, junto con la armonización de requisitos ambientales para el desarrollo de fuentes de energía renovable no convencionales y la transformación de las Zonas No Interconectadas (MADS, 2020).
Costa Rica	<p>El VII Plan Nacional de Energía 2015-2030, aprobado el 14 de septiembre de 2015, apoya la continuación del desarrollo de las energías renovables. El objetivo al que se aspira es lograr y sostener el 100% de la generación eléctrica procedente de energías renovables para el 2021. En 2014, el 90% de la electricidad ya se generaba a partir de fuentes renovables, principalmente hidroeléctricas y Costa Rica ya ha estado generando electricidad 100% renovable en determinadas épocas del año y más del 98% durante todo el año desde 2015 (Ministerio de Ambiente y Energía, 2015). Esto hace que Costa Rica sea el país con la mayor proporción de energías renovables en la región (ver cuadro a continuación). Se esperan más avances hacia la meta del 100% del Programa Nacional de Neutralidad de Carbono que promueve la energía hidroeléctrica, geotérmica, eólica, solar y de biomasa como fuentes de energía renovable (UNFCCC, 2015).</p>
Panamá	<p>Las NDC de Panamá se enfoca en los esfuerzos de mitigación en el sector de energía, centrado en el subsector industrias de la energía, que se refiere a la producción de energía eléctrica y en el sector de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (AFOLU).</p> <p>Respecto a las acciones de mitigación para el subsector de industrias de la energía, las NDC de Panamá plantea 2 rutas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Reducción del factor de emisión de la red eléctrica 2) Disminución de la demanda, lo cual impacta las necesidades de generación y la velocidad en la que debe ampliarse la red de generación eléctrica. El enfoque de la contribución en este subsector está en los planes de expansión de la infraestructura de generación eléctrica, específicamente en el incremento de la generación a partir de otras fuentes renovables como la eólica y la solar para el año 2050 (UNFCCC, 2016) <p>De acuerdo con lo anterior, se plantea incrementar el porcentaje de generación eléctrica por medio de otras fuentes de energías renovables como solar, eólica y biomasa en un 30% en el 2050 con respecto al año 2014, de manera que para el 2030 su participación en la matriz eléctrica sea de un 15 %</p>

País de operación**NDC del sector energía**

y para el 2050 de un 30%. Los documentos de política que plantean la ruta para lograr estas metas son la ley 8 del 25 de marzo de 2015 y el Plan Energético Nacional 2015-2050, específicamente en la línea de acción que contempla la descarbonización de la matriz eléctrica. Se resalta el interés del país en impulsar el desarrollo de estas tecnologías a nivel nacional (NDC Partnership).

Fuente: Elaboración Propia

2.5.2.3 Visión a 2050

La descarbonización energética se ha dinamizado debido a la continua incorporación de nuevas fuentes de energía y nuevos actores en el mercado eléctrico. En términos generales la generación renovable variable ha sido predominantemente solar, fotovoltaica, eólica terrestre y marina. Así mismo, los sistemas eléctricos tienden a considerar otros actores tales como el transporte y los servicios inteligentes, los mismos que dejarán de ser pasivos para volverse participantes activos que dinamizarán los sistemas de manera acelerada y en tiempo real.

Esto requiere de una inversión sustancial en innovación tecnológica. La Corporación Andina para el Fomento plantea 3 enfoques innovadores para la generación de energía: el primero es la "descarbonización", el segundo es la denominada "digitalización" que, acompañada de nuevos modelos de negocio, plantea mejorar el funcionamiento de las redes de transmisión y distribución de electricidad para responder de forma adecuada a los crecientes desafíos de generación y consumo de energía, y el tercero es la "descentralización de fuentes de energía", que reconoce que a medida que las tecnologías eólicas,

solares y de almacenamiento tengan costos de inversión más competitivos, se volverán cada vez más asequibles y por lo tanto habrá mayor penetración de generación distribuida, concepto a tener en cuenta dentro de estos nuevos sistemas eléctricos de potencia.

En estos nuevos modelos de negocios eléctricos del segmento de la distribución, los usuarios o clientes ya no son simples receptores de energía sino actores más dinámicos con la posibilidad de entregar energía y de escoger y comprar energía más barata, de forma variable, durante el día o cualquier periodo de tiempo. Esto se debe a que ahora los clientes tienen la posibilidad de instalar recursos energéticos distribuidos que los convierten en personas más informadas, quienes desde sus ordenadores pueden ver y analizar su producción y su consumo.

De acuerdo con esto, y teniendo en cuenta las diferentes tendencias para la descarbonización del sector energético, se proponen 3 tendencias en mitigación aplicables a la industria de generación de energía (ver Figura 2).

Figura 2 Tendencias de mitigación de GEI en la industria de generación de energía

Eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> • Inteligencia artificial y machine learning • Almacenamiento de energía (bombeo, baterías, aire comprimido, sales fundidas)
Generación de energía con otras opciones	<ul style="list-style-type: none"> • Combustibles alternativos (biomasa y residuos) • Uso de CO2 supercrítico para la generación de energía • Uso de hidrógeno para generación y almacenamiento de energía
Economía circular	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje de paneles solares

Fuente: Elaboración propia

El Anexo Análisis de medidas de mitigación de GEI a implementar para Celsia presenta un listado de medidas de mitigación a considerar en el mediano plazo que responden a las tendencias del sector, resaltando algunos casos de éxito y las brechas generales que existen frente a este tipo de tecnologías.

2.5.3 Plan de Mitigación Odinsa

2.5.3.1 Desarrollo de metas basadas en la ciencia (Science Based Targets - SBT por sus siglas en inglés)

Durante el 2019 y con el apoyo de la firma consultora Carbon Trust, Odinsa formuló metas y modelos de reducción de GEI para cada una de sus concesiones a partir de los estándares de Science Based Targets referentes al estándar BS EN 16247-1:2012 Energy Audit (Anderson, Ramírez, & Iglesias, 2020; Odinsa, 2020a). Este modelo basado en la ciencia establece dos enfoques aplicables a la reducción de emisiones que consisten en una contracción absoluta de emisiones de GEI y otro que consiste en un enfoque de descarbonización sectorial. El primero plantea reducir las emisiones de GEI absolutas a un ritmo continuo. El segundo divide el presupuesto global de carbono de cada sector y su potencial de reducción a lo largo del tiempo.

A su vez, SBTi plantea la formulación de metas bajo 3 opciones de escenarios: (I) en el que se opta por mantener las emisiones de GEI muy por debajo de 2°C bajo el enfoque de descarbonización sectorial (SDA WB2DS), (II) establece un escenario muy por debajo de 2°C bajo el enfoque de contracción absoluta (AC WB2DS), y (III) el escenario más ambicioso que plantea llegar a 1,5°C bajo el enfoque de contracción absoluta (AC 1,5°C) manteniendo la alineación con las metas establecidas en el Acuerdo de París.

Para el ejercicio de modelación de metas SBT, bajo el enfoque de descarbonización sectorial (SDA WB2DS) se tuvieron en cuenta los sectores aeroportuario, construcción de infraestructura, ferroviario y carretero. Se tomó como año base el 2018 y como año objetivo el 2025, 2030 y 2050. Se realizó un ejercicio de modelación para los alcances 1 y 2 partiendo de la huella de carbono correspondiente al año base 2018 (ver Figura 3 por alcance, Figura 4 por concesión vial y Figura 5 por concesión aeroportuaria).

Figura 3 Huella de carbono 2018 total Odinsa por alcance
Fuente: (Tobin, 2020a)

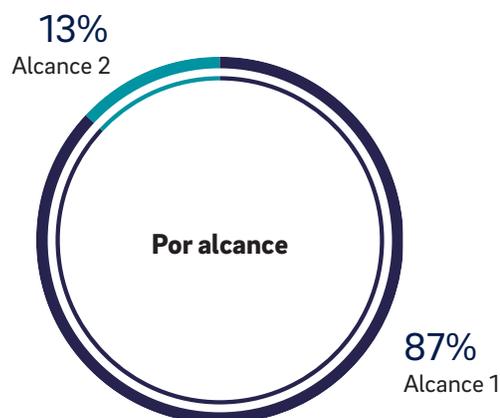
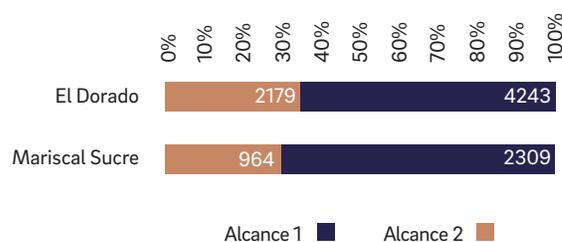


Figura 4 Huella de carbono 2018 total Odinsa concesiones viales
Fuente: (Odinsa, 2020b)



Figura 5 Huella de carbono 2018 total Odinsa concesiones aeroportuarias
Fuente: (Odinsa, 2020b)



Como se ve en la Figura 4 y la Figura 5, la concesión “La Pintada” en la etapa constructiva genera el 70% de las emisiones de Odinsa, seguido de las dos concesiones aeroportuarias, El Dorado con 10% y Mariscal Sucre con 8%.

Respecto a las emisiones alcance 3, se realizó un ejercicio de modelación con base en el inventario de alcance 3 desarrollado por Odinsa para el 2018 con el apoyo de la empresa Gaia Servicios Ambientales. El total de las emisiones cuantificadas para el alcance 3 fue de 617.930

tCO₂e. La consultora Carbon Trust revisó el cálculo de la huella para garantizar la alineación con el GHG Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Standard, y planteó objetivos de reducción de carbono siguiendo los últimos criterios y pautas de la SBTi.

La huella de alcance 3 representa el 96% de la huella total de emisiones de Odinsa como se observa en la Tabla 13.

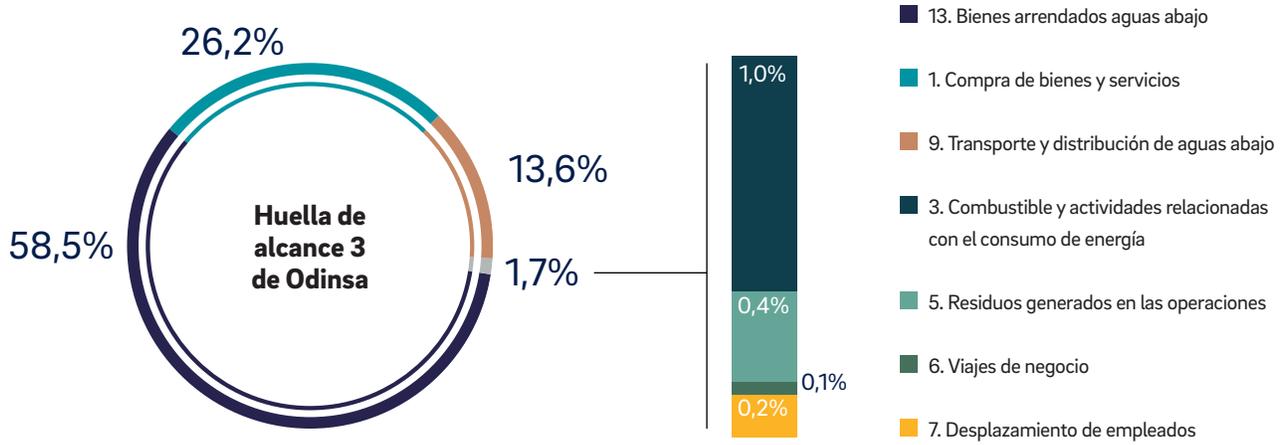
Tabla 13 Huella de carbono alcance 3 en 2018 Total Odinsa

Concesión / Categoría	Bienes y servicios	Combustible y energía	Residuos	Vuelos de negocio	Desplazamiento de empleados	Transporte y distribución aguas abajo	Activos arrendados aguas abajo	Total
Quiport	21.788,6	708,8	665,6	49,1	314,7	15.369,6	182.642,2	221.538,6
Opain	8.295,0	262,7	1.638,2	12,7	176,4	63.047,3	137.472,7	210.905,0
La Pintada	160.757,6	4.125,0	124,7	17,7	232,0			165.256,9
AKF Construcción	10.317,1	188,7	6,6	13,6	191,0			10.716,9
Odinsa	3.228,1	422,7	1,5	197,0	66,1			3.915,4
Llanos	2.033,3	55,8	0,4	0,6	2,1			2.092,2
ADN	1.782,5	24,03	19,9	3,0	31,4			1.836,8
BTA	1.140,4	23,08	9,1	6,7	2,7			1.159,0
Green Corridor	254,3	27,0	93,6	13,2	86,7			474,9
AKF Operación		35,2						35,2
Total	209.596,9	5.825,8	157	313,6	1.103,1	320.114,9	320.114,9	617.930,8

Fuente: (Odinsa, 2020b)

La desagregación por categorías de las emisiones alcance 3 se muestran en la Figura 6. Desagregación huella de carbono alcance 3 por categorías. La categoría más representativa es Bienes arrendados aguas abajo, con una representatividad del 58,5% seguida de la categoría Compra de bienes y servicios, con un valor de 26,2%

Figura 6 Desagregación huella de carbono alcance 3 por categorías
Fuente: (Tobin, 2020a)

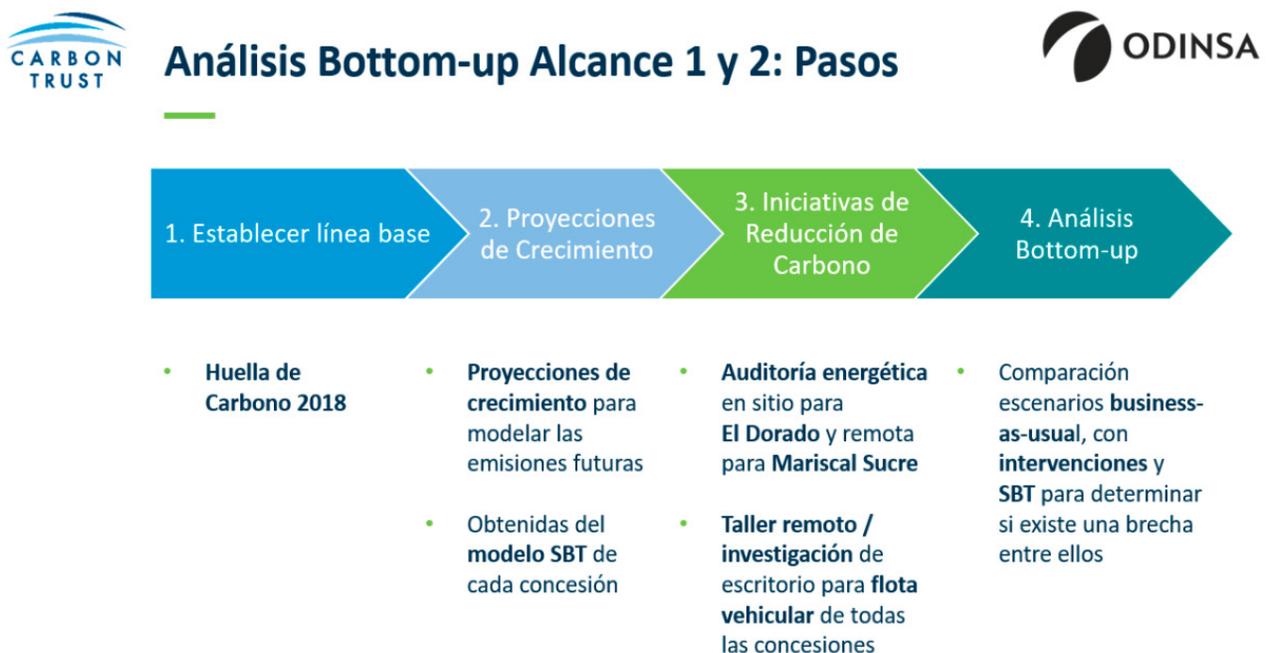


2.5.3.2 Identificación de medidas de mitigación

Para determinar la probabilidad de lograr los objetivos basados en la ciencia a medio y largo plazo, tanto para el escenario WB2D como para el escenario 1,5°C, Odinsa, con el apoyo de Carbon Trust, construyó un modelo de abajo hacia arriba (bottom-up) para evaluar la reducción de carbono resultante de la implementación de diversas

iniciativas. Dichas iniciativas fueron identificadas por Odinsa y analizadas por Carbon Trust mediante una auditoría energética para aeropuertos y una evaluación de la flota vehicular, a través de los pasos que se muestran en la Figura 7.

Figura 7 Pasos para análisis Bottom-up
Fuente: (Anderson, Ramírez, & Iglesias, 2020)



La auditoría en sitio llevada a cabo, en el caso de El Dorado, se realizó con el fin de revisar la información existente referente al historial de consumo energético y entender la demanda de energía de este aeropuerto. También se llevó a cabo una revisión de los sistemas de mayor consumo de energía, verificando el nivel de optimización de su uso energético (Tobin, 2020b). Con esta información se definió la manera de mejorar los estándares de gestión de combustible y energía, analizando a la par la relación costo beneficio de la implementación de dichas medidas

(Tobin, 2020b). En el caso del aeropuerto Mariscal Sucre y otras concesiones de Odinsa, se realizó una auditoría remota para obtener la información necesaria para el planteamiento de medidas de mitigación (Tobin, 2020b).

El total de medidas revisadas se presenta en la Tabla 14. No todas se incluyeron en los escenarios modelados debido a que no todas resultan viables y costo-eficientes para las diferentes concesiones.

Tabla 14 Medidas de mitigación de GEI analizadas para Odinsa

Medidas de mitigación de GEI- Aeropuerto El Dorado		Incluida en la modelación
1	Implementar mejoras en la submedición y en los sistemas de gestión energética (BEMS) del Terminal de Carga	Si
2	Instalación de un "Header" en el sistema de enfriamiento de agua (Proyecto flauta)	Si
3	Precisión del enfriamiento por medio de by-pass	Si
4	Cambio del sistema de iluminación a LED (interno y externo)	Si
5	Modulación de velocidad del sistema de transporte (TVH)	Si
6	Paneles fotovoltaicos en el Terminal de Carga	Si
7	Refrigeración evaporativa centrada en rack en salas de servidores	No
8	Techos solares en parqueaderos	No
9	Renovación de enfriadores de terminales de carga	No
10	Mejorar el control de las bombas de agua helada de la terminal de carga	No
11	Actualizar los ventiladores Intellipak de la terminal de carga a las paredes de los ventiladores eléctricos	No
12	Introducir VSD a ventiladores de flujo mixto (flujo mixto) en la Terminal 1 del Aeropuerto El Dorado	No
13	Ventilación natural o enfriamiento por evaporación para la sala de conmutación / tienda UPS	No
14	Actualizar los ventiladores del condensador del enfriador T1 a alternativas Eléctricas	No
Medidas de mitigación de GEI- Aeropuerto Mariscal Sucre		Incluida en la modelación
1	Implementar mejoras en la submedición del sistema	Si
2	Controladores de la variación de velocidad (VSD) de los ventiladores AHU multizonales	Si
3	Incrementar el punto de ajuste de la temperatura ambiente (a 26°C) del cuarto de servidores	Si

Medidas de mitigación de GEI- Aeropuerto Mariscal Sucre		Incluida en la modelación
4	Cambio del sistema de iluminación a LED (interno y externo)	Si
5	Controladores de la variación de velocidad (VSD) de los ventiladores AHU multizonales	Si
6	Techos solares en parqueaderos	No
7	Refrigeración evaporativa centrada en rack en salas de servidores	No
Medidas de mitigación de GEI Flota Vehicular		Incluida en la modelación
1	Convertir los generadores de diésel a biocombustible	Si
2	Recolección y reúso de biogás de las plantas de tratamiento de aguas residuales	Si
3	Implementación de tecnología de monitoreo de presión de neumáticos	Si
3	Monitoreo remoto usando IoT (Internet de las cosas) para las inspecciones de rutina que se realizan en los vehículos de inspección de Odinsa en las respectivas concesiones	Si
4	Incentivar a los conductores de alto rendimiento	No

Fuente: (Odinsa, 2020b; Tobin, 2020b)

Para las emisiones de alcance 3 no se incluyeron medidas de mitigación en los objetivos de reducción planteados.

2.5.3.3 Proyecciones emisiones a 2030 y resultados generales

El ejercicio de proyección de emisiones se realizó para el 100% de las emisiones de ODINSA aplicando el enfoque de consolidación por participación accionaria de todas sus concesiones, por separado. De acuerdo con las medidas de mitigación identificadas y haciendo la proyección

tanto de las emisiones tendenciales como de las emisiones que se reducirían implementando las medidas de mitigación, se encontraron 3 opciones de escenarios basados en la ciencia que se resumen en la Tabla 15.

Tabla 15 Resultados por escenarios y años meta Odinsa

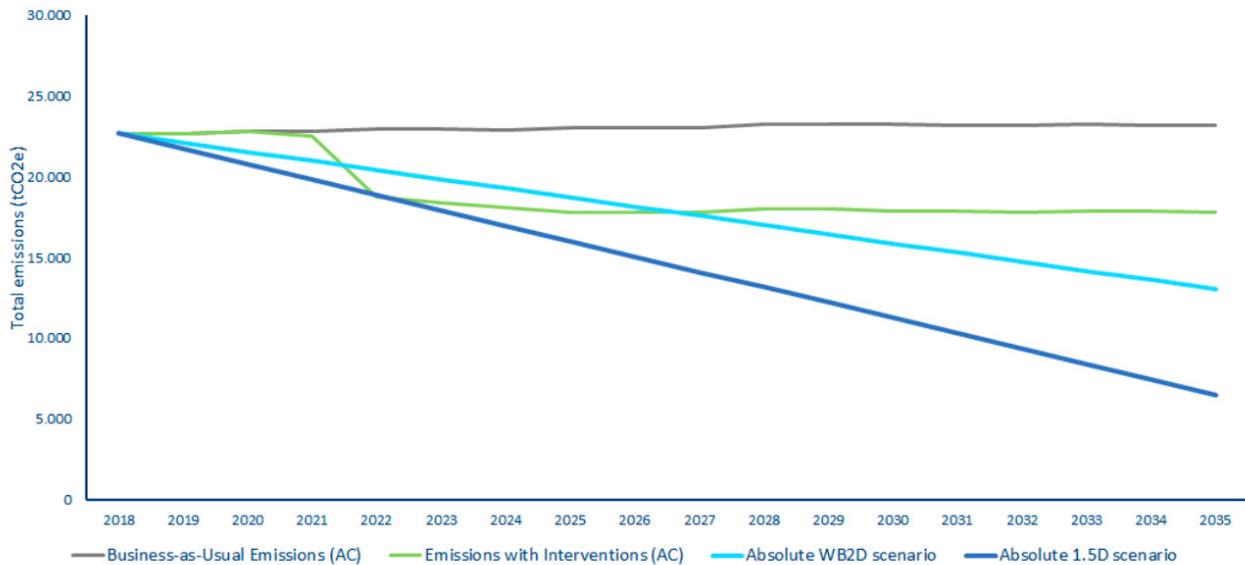
Año objetivo	2025	2030	2050
Muy por debajo de 2°C (SDA WB2DS)	18%	31%	81%
Energía generada (GWh)	18%	30%	80%
Intensidad (tCO2e/GWh)	29%	50%	100%

Fuente: (Tobin, 2020a)

Según el escenario correspondiente a AC WB2DS, el porcentaje de reducción para 2030 es de 31%, mientras que para el escenario AC 1,5°C el porcentaje de reducción es del 50%, ambos con respecto al año base 2018. El análisis de brechas entre la reducción que se lograría con la implementación de las medidas de mitigación identifica-

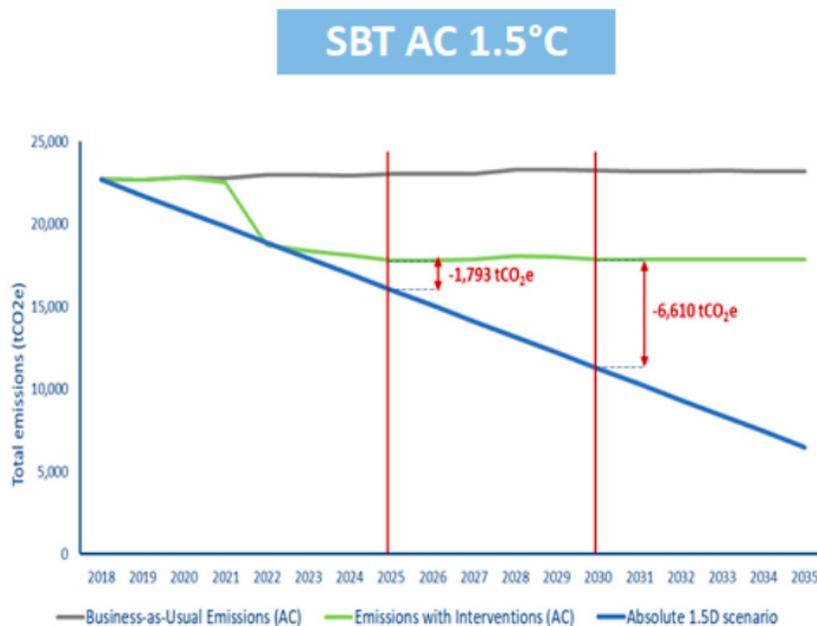
das y los diferentes escenarios modelados se presenta en la Figura 8. para el escenario AC WB2DS y en la Figura 9 para el escenario AC 1,5°C. Respecto al primer escenario la brecha para el año 2030 corresponde a 1.981 tCO₂e mientras que para el segundo escenario la brecha asciende a 6.610 tCO₂e.

Figura 8 Escenario AC WB2DS



Fuente: (Tobin, 2020a)

Figura 9 Escenario AC 1.5°C

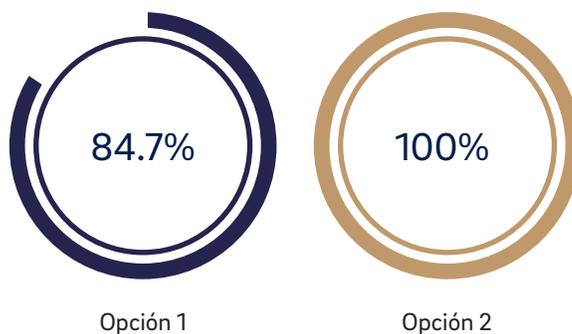


Fuente: (Tobin, 2020a)

Para el planteamiento de objetivos de reducción de las emisiones de alcance 3 se siguieron dos metodologías acordes con la guía SBTi: reducción absoluta e intensidad económica. Dado que bajo los criterios de SBT se requiere que la reducción se aplique a un mínimo de 2/3 de las emisiones de alcance 3 y que, de ser posible, se debe

aplicar la reducción al total de las emisiones de la cadena de valor, el planteamiento de objetivos incluye dos opciones: 1. las categorías que cubren un mínimo de 2/3 de las emisiones de alcance 3 que en este caso son la categoría de bienes arrendados aguas arriba y compra de bienes, y 2. todas las categorías ver Figura 10.

Figura 10 Opciones para planteamiento de objetivos de reducción de emisiones alcance 3



Fuente: (Tobin, 2020a)

Teniendo en cuenta las dos opciones posibles mencionadas anteriormente, se realizó un análisis bajo el enfoque de contracción absoluta alineado con una ruta de 2°C (reducción lineal anual del 1,23%) y de 1,5°C (reducción lineal anual del 4,2%), para las categorías de alcance 3 relevantes (ver Tabla 16).

Tabla 16 Resultados generales metas alcance 3

Año objetivo	2030	2050
Ruta Mínima SBTi 2°C	9%	15%
Ruta 1,5°C	29%	50%

2.5.3.4 Escenario seleccionado

Con base en el ejercicio anterior se seleccionó un mix de escenarios para la meta total de Odinsa que consiste en el establecimiento de una meta al 2025 de 18% de reducción respecto al año base bajo el enfoque de descarbonización absoluto (AC WB2DS) y una meta al 2030 de 50% bajo el enfoque de contracción absoluta (AC 1,5°C),

incluyendo alcance 1 y alcance 2. Esto implica pasar de unas emisiones absolutas de 21.152 tCO₂e en 2018, a 11.253 tCO₂e en 2030. El análisis detallado de las metas de reducción bajo este mix de escenarios seleccionado para cada concesión se presenta en la Tabla 17.

Tabla 17 Metas de reducción de emisiones de GEI por concesión de Odinsa

Concesión	% de reducción a 2025 AC WB2DS	% de reducción a 2030 (AC 1,5°C)	Brecha a 2030 (tCO ₂ e)
Aeropuerto el Dorado	18%	50%	1.113
Aeropuerto Mariscal Sucre	18%	50%	688
Autopistas de Café Construcción	18%	50%	+134

Concesión	% de reducción a 2025 AC WB2DS)	% de reducción a 2030 (AC 1,5°C)	Brecha a 2030 (tCO2e)
Green Corridor	18%	50%	70
Malla vial del meta (llanos)	18%	50%	66
Autopistas de Café Operación	18%	50%	33
Autopistas del nordeste	18%	50%	29
Conexión pacífico 2 (La pintada)	18%	50%	18
Boulevard Turístico del Atlántico	18%	50%	11
Emisiones Fuera de Alcance 1 y 2 Outside of Scope	18%	50%	359

Fuente: (Tobin, 2020a)

2.5.3.5 Análisis de las medidas de mitigación incluidas en el modelo y cronograma de implementación

El portafolio de medidas de mitigación a implementar para cumplir con las metas establecidas a 2025 y a 2030 se construyó a partir de las opciones propuestas por la consultora Carbon Trust para:

1. Ahorro de energía en aeropuertos (ver Tabla 18 y Tabla 19), que de acuerdo a lo modelado representan una reducción del 23% de las emisiones de alcance 2 para el caso del Aeropuerto el Dorado y un 26% para el caso del Aeropuerto Mariscal Sucre.

Tabla 18 Medidas de mitigación para reducir emisiones en Aeropuerto el Dorado

Concesión	Medida de mitigación de GEI	Potencial de mitigación (tCO2e)	Ahorros		Inversión (\$ COP)	Periodo de retorno (Años)	Fecha de kWh \$ COP implementación
			kWh	\$ COP			
El Dorado	1 Cambio del sistema de iluminación a LED (interno y externo)	700,30	5.387,06	2.120,70	7.194,00	3,40	2021
	2 Precisión del enfriamiento por medio de by-pass	59,20	455,06	177,30	77,30	0,40	2021
	3 Instalación de un "Header" en el sistema de enfriamiento de agua (Proyecto flauta)	44,57	342,83	133,60	115,10	0,90	2021
	4 Modulación de velocidad del sistema de transporte (TVH)	44,20	340,22	132,60	532,00	4,00	2022

Concesión	Medida de mitigación de GEI	Potencial de mitigación (tCO2e)	Ahorros		Inversión (\$ COP)	Periodo de retorno (Años)	Fecha de kWh \$ COP implementación
			kWh	\$ COP			
El Dorado	5 Paneles fotovoltaicos en el Terminal de Carga	300,80	2.314,20	1.410,90	9.078,30	6,40	2024
	6 Implementar mejoras en la sub-medición y en los sistemas de gestión energética (BEMS) del Terminal de Carga	21,00	161,69	98,60	300,00	3,00	2024
Total		1.170,07	9.001,06	4.073,70	17.296,70	4,20	

Fuente: (Odinsa, 2020b; Tobin, 2020b)

Tabla 19 Medidas de mitigación para reducir emisiones en Aeropuerto el Mariscal Sucre

Concesión	Medida de mitigación de GEI	Potencial de mitigación (tCO2e)	Ahorros		Inversión (\$ COP)	Periodo de retorno (Años)	Fecha de kWh \$ COP implementación
			kWh	\$ COP			
Mariscal Sucre	1 Incrementar el punto de ajuste de la temperatura ambiente (a 26°C) del cuarto de servidores	2,80	15,01	1,50	0,00	0,00	ASAP posterior a una revisión interna
	2 Paneles fotovoltaicos en el Terminal de Carga	308,80	1634,05	164,00	2220,00	13,00	ASAP para asegurar retornos durante el periodo de concesión
	3 Implementar mejoras en la sub-medición del sistema	145,10	767,48	77,00	200,00	2,60	2020/2021
	4 Controladores de la variación de velocidad (VSD) de los ventiladores AHU multi-zonales	92,90	491,36	49,14	185,00	3,80	2020/2021
	5 Cambio del sistema de iluminación a LED (interno y externo)	51,10	270,35	28,00	232,00	8,30	2020/2022
Total		600,700	3.178,245	319,637	2.837,000	8.9	

Fuente: (Odinsa, 2020b; Tobin, 2020b)

2. Ahorro de energía para flota vehicular (ver Tabla 20) que le apunta a la reducción de las emisiones de alcance 1 en todas las concesiones.

Tabla 20 Iniciativas de ahorro de energía para la flota vehicular

Concesión	#R	Medida de mitigación de GEI	Ahorro anual de combustible	Implementación
Concesiones viales	12	Uso de software telemático para monitorear los hábitos de manejo, rendimientos, y asistir con la ruta al vehículo	Se estima el ahorro de un 9% del consumo vehicular de combustible, asumiendo la instalación del software en el 40% de vehículos	2022
	13	Reducción del ralentí en vehículos y equipos por medio de la instalación de tecnología y la educación de conductores	Se estima el ahorro de combustible equivalente a un 30% a 45%, considerando el 100% de vehículos y equipos	2022
	14	Reemplazo de automóviles alquilados por automóviles adquiridos por la empresa	Se estima el ahorro de un 13% de combustible, considerando el cambio del 30% de vehículos alquilados	2022
	15	Monitoreo remoto	Se estima el ahorro de un 20% de combustible, considerando un porcentaje de aplicabilidad del 12%	2022
	16	Entrenamiento de operadores de plantas de asfalto	Se estima el ahorro de un 6% de combustible, considerando un porcentaje de aplicabilidad del 100%	2022
	17	Entrenamiento de los conductores	Se estima el ahorro de un 7% de combustible, considerando al 100% del personal que maneja vehículos en la empresa	2022
	18	Conversión de vehículos de diésel a eléctricos	Se calcula una reducción a pesar del consumo energético	2022

Fuente: (Odinsa, 2020b; Tobin, 2020b)

En total se incluyeron 16 medidas de mitigación de GEI costo eficientes a implementar entre el 2021 y el 2024.

- Ahorro de energía en aeropuertos
 - Aeropuerto el Dorado:
 - Potencial de captura anual: 1.170 tCO₂e
 - Costo: 17.926 Millones de COP
 - Aeropuerto Mariscal Sucre:
 - Potencial de captura anual: 600,7 tCO₂e
 - Costo: 2.837 USD

Para la reducción de emisiones de alcance 3, si bien el modelo no recomienda medidas de mitigación puntuales, de acuerdo con el documento Cambio de Valor en la Cadena de Valor: Mejores Prácticas en la Gestión de los Gases de Efecto Invernadero de Alcance 3, publicado por Science Based Targets, Navigant y Gold Standard, se recomienda implementar acciones de mitigación que se enmarquen en las siguientes palancas de reducción (ver Tabla 21).

Tabla 21 Opciones de mitigación de emisiones alcance 3

País de operación	NDC del sector energía	Descripción
Bienes y servicios adquiridos, Bienes capitales, Desperdicio generado en las operaciones	Innovación del modelo de negocios	<ul style="list-style-type: none"> • Fijar un precio interno al carbono de alcance 3 para generar un incentivo financiero para modelos comerciales bajos en carbono (Farsan et al., 2018) • Incrementar la vida útil de los productos mejorando el proceso o las materias primas (ej. asfalto en vías) (Farsan et al., 2018) • Considerar el uso de tecnología para reducir el desplazamiento de los trabajadores y/o proveedores como la implementación de teletrabajo o videoconferencias (Alfonso, 2015) • Incrementar la eficiencia logística mediante la utilización de sistemas inteligentes de planificación de rutas (Farsan et al., 2018)
Bienes y servicios adquiridos, bienes capitales, transporte y distribución aguas arriba, transporte y distribución aguas abajo, combustibles y actividades relacionadas con la energía	Trabajar con las partes interesadas	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a las partes interesadas clave para trabajar en conjunto para la reducción de emisiones (Moreno, 2018) Involucrar a los proveedores y distribuidores en la meta de reducción de la empresa (Moreno, 2018) • Acompañamiento y control de las emisiones de GEI de las empresas vinculadas a los explotadores aéreos (Airport Council International, 2009) • Definir normas y objetivos de cumplimiento con las partes interesadas (Moreno, 2018) • Capacitar a los proveedores para proporcionarles las herramientas técnicas que les permita realizar el cálculo y la gestión de sus emisiones de GEI (Moreno, 2018) • Generar y mantener canales de comunicación activos y bidireccionales con las partes interesadas (Frohmann & Olmos, 2013) • Monitoreo de cumplimiento de las metas de las partes interesadas (Farsan et al., 2018)
Bienes y servicios adquiridos, bienes capitales, combustibles y actividades relacionadas con la energía, transporte y distribución aguas arriba, viajes de negocio, transporte y distribución aguas abajo	Políticas de adquisición	<ul style="list-style-type: none"> • Definir como criterio de selección de proveedor el poseer un inventario de GEI y un plan de gestión de sus emisiones • Establecer requisitos mínimos generales para proveedores • Preferir proveedores locales para reducir distancias de envío o transporte • Cambiar las materias primas por alternativas bajas en emisiones de GEI (Farsan et al., 2018)
Bienes y servicios adquiridos, bienes capitales, combustibles y actividades relacionadas con la energía, transporte y distribución aguas arriba, desperdicio generado en las operaciones, transporte y distribución aguas abajo	Rediseño de productos y servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar principios de economía circular en el diseño de productos y servicios (Farsan et al., 2018) • Optimizar los procesos de producción para reducir la demanda de bienes y servicios (Alfonso, 2015) • Promover mejoras tecnológicas que reduzcan las emisiones (Moreno, 2018) • Proporcionar un mayor número de puestos de estacionamiento de aeronaves con grupos electrógenos de tierra fijos y aire acondicionado (Airport Council International, 2009)

País de operación	NDC del sector energía	Descripción
Transporte y distribución aguas abajo, desperdicio generado en las operaciones	Involucramiento del cliente	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar de encuestas y sondeos periódicos para definir el comportamiento de los clientes, de tal forma que se consiga una comunicación interactiva y asesoramiento personalizado (Farsan et al., 2018) Involucrar directamente a los clientes a través de la educación, la colaboración o la compensación (Farsan et al., 2018). Concienciar indirectamente a los clientes sobre el cambio climático a través de la motivación por medio del marketing, redes sociales y/o programas comunitarios. Ej. Instrucción en la conducción ecológica (Moreno, 2018) Proporcionar una infraestructura que permita una gestión de alta calidad del tráfico vehicular y aéreo con el objetivo de mejorar los tiempos de viaje y la eficiencia de los vehículos y/o aeronaves (Airport Council International, 2009; Farsan et al., 2018)
Combustibles y actividades relacionadas con la energía, desperdicio generado en las operaciones, viajes de negocio, desplazamiento de los empleados	Políticas operativas	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar protocolos operativos y programas de incentivos Invertir en proyectos y compañías bajas en carbono. (Farsan et al., 2018)

Fuente: (Airport Council International, 2009; Alfonso, 2015; Farsan et al., 2018; Frohmann & Olmos, 2013; Moreno, 2018).

2.5.3.6 Políticas públicas y tendencias

El componente de mitigación de GEI de las NDC de cada país es un instrumento clave para identificar las tendencias de los sectores frente a la gestión de las emisiones de GEI a futuro. La Tabla 22 presenta un análisis de las NDC de los países en donde Odinsa opera para resaltar

sus tendencias frente a la mitigación de GEI y el sector de infraestructura vial y aeroportuaria. Vale la pena señalar que muchos países están en proceso de actualización de sus NDC y las estarán publicando a finales de 2020 o durante el 2021.

Tabla 22 NDC de los países en donde opera Odinsa

País de operación	NDC sector transporte
Colombia	Las NDC de Colombia incluye una línea estratégica para el sector transporte que plantea la incorporación de los lineamientos de Infraestructura verde vial en los proyectos de carreteras con el propósito de estructurar proyectos ambientalmente más responsables y sostenibles, buscando la implementación de acciones de adaptación a los efectos del Cambio climático (MADS, 2020)
Ecuador	Se compromete con la reducción de emisiones de CO2 entre el 20,4% y 25% con respecto al escenario BAU proyectado para 2025
Ecuador	No hay detalle en las NDC de este país
República Dominicana	No hay detalle en las NDC de este país

Fuente: Elaboración propia

Si bien la contabilidad del carbono es una actividad relativamente nueva dentro del sector de la construcción de carreteras, se ha avanzado en el desarrollo de metodologías que permitan determinar las emisiones de todo el ciclo de vida. Entre los aspectos más importantes a determinar en el ciclo de vida de un proyecto de infraestructura vial se encuentran el tipo y cantidad de materiales, la ubicación (edificada o no edificada) y topografía, la cantidad de movimiento de tierras, según la geología, la distancia para transporte de materiales, el número de estructuras de drenaje transversal (puentes, conductos) y el estado del pavimento existente.

Algunas de las tendencias del sector frente a las opciones de mitigación de GEI en proyectos de infraestructura vial se enfocan en el tipo de materiales usados en la construcción. Teniendo en cuenta esto, se revisaron una serie de opciones de mitigación de GEI a largo plazo para las operaciones de Odinsa que se resumen:

Aeropuertos:

- Trigeneración de energía
- Uso de biocombustibles
- Autogeneración de energía a partir de fuentes renovables
- Uso de hidrógeno como combustible

Vías:

- Uso de materiales asfálticos de alto módulo elástico
- Uso de mezclas de asfalto a menor temperatura
- Optimización de rutas y manejo de materiales
- Optimización de la estructura del pavimento y los tipos de superficie
- Uso de biocombustibles y energía eléctrica en las plantas de trituración y equipos auxiliares

El Análisis de medidas de mitigación de GEI a implementar para Odinsa presenta en detalle el listado de medidas de mitigación de GEI identificadas con especial énfasis en la etapa constructiva de vías y en aeropuertos a considerar en el mediano plazo, toda vez que responden a las tendencias del sector.

2.5.4 Plan de Mitigación Sator

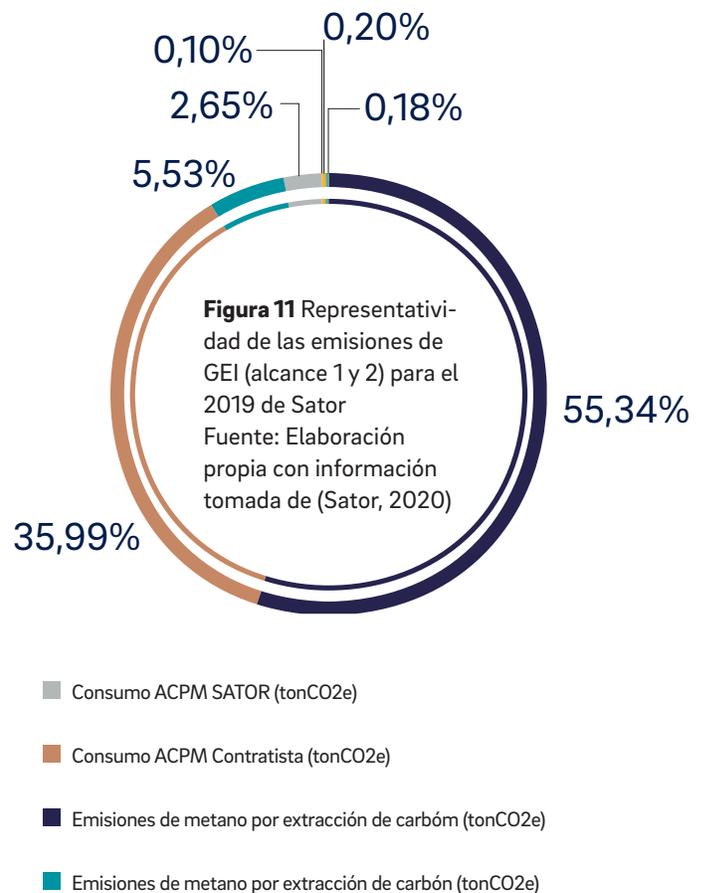
2.5.4.1 Hoja de ruta para definición de meta de mitigación a 2030

Con base en las emisiones de GEI históricas del negocio y la identificación de las fuentes de emisión/remoción de GEI responsables de esas emisiones, los pasos a seguir para definir una meta de mitigación de GEI son los siguientes:

2.5.4.1.1 Identificación de medidas de mitigación

De acuerdo con la huella de carbono de Sator, el primer paso es identificar las posibles medidas de mitigación para reducir las emisiones de GEI de los diferentes alcances que se tienen cuantificados. Para esto es necesario revisar cuáles fuentes de emisión son prioritarias, cuáles emisiones son gestionables por el negocio y cuáles son gestionables por otros actores de la cadena de valor. Es importante analizar las fuentes de emisión bajo el enfoque de ciclo de vida de producto o servicio, según aplique, para identificar de manera integral todas las opciones de reducción de emisiones posibles en toda la cadena.

Las emisiones de GEI más representativas son las emisiones de metano por extracción del carbón, seguidas del consumo de ACPM en los vehículos de los contratistas (ver Figura 11).



Con el fin de reducir las emisiones en las principales fuentes, algunas de las medidas de mitigación que se sugieren para implementar en el corto plazo se presentan en la Tabla 23.

Tabla 23 Medidas de mitigación sugeridas para Sator

Medida	Descripción y beneficios
Cambio combustible diésel B5	1. Analizar el impacto en huella de carbono si se cambiara el combustible utilizado en las operaciones de la mina a diésel B5 2. Incorporar criterios de sostenibilidad para los operadores como, por ejemplo, exigir el uso de combustibles menos carbono-intensivos
Paneles solares	Instalación de paneles solares para generar energía eléctrica que permita realizar las siguientes operaciones: 1. El bombeo de agua producto de los excesos de lluvia; actualmente operan con diésel 2. Iluminación vial de la mina; actualmente se realiza con generadores diésel (Grupo Argos, 2020b)
Aprovechamiento de residuo estéril	Producto del proceso de extracción del carbón en lo que respecta a la remoción de material rocoso del suelo, se genera un residuo denominado estéril, compuesto principalmente por arcillas de alta plasticidad y limos de alta compresibilidad, convirtiéndolo en un material con capacidad de absorción de agua. De acuerdo con la información proporcionada por la compañía, actualmente por cada metro cúbico de carbón extraído se genera alrededor de 7,5 m ³ de residuo estéril. La disposición final de este residuo se realiza en un botadero externo mediante retro llenado para el cual se requiere maquinaria especializada que permita mover dicho residuo hasta el botadero. Por lo tanto, los consumos de combustible para esta operación son altos (Grupo Argos, 2020b). De acuerdo con lo anterior, se cuenta con una caracterización muy detallada de este residuo que podría servir como agregado para materiales de construcción en caso de encontrarlo óptimo para dicha función. Por lo tanto, hay interés en explorar opciones de reúso de este material.

Fuente: Elaboración propia

2.5.4.1.2 Construcción de escenarios de mitigación

Una vez definidas una serie de acciones de reducción de emisiones de GEI, teniendo en cuenta todas las fuentes de emisión y los alcances que se tienen cuantificados, se debe realizar un ejercicio de construcción de escenarios de mitigación incluyendo como mínimo los siguientes criterios:

- Tipo de meta
- Línea/año base
- Año meta
- Alcances a incluir en la meta
- Enfoque de consolidación

Se sugiere revisar y seguir las recomendaciones del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (WBCSD & WRI, 2005).

2.5.4.1.3 Proyección de emisiones

Una vez definidos estos criterios, se deberá proyectar las emisiones de GEI del negocio por año hasta el año meta. Con estas proyecciones se deberán modelar diferentes escenarios definiendo los supuestos que implican la implementación de las medidas de mitigación de GEI identificadas en el punto 1, con el fin de determinar el porcentaje de reducción de emisiones de GEI con respecto al año base.

2.5.4.1.4 Análisis de las medidas de mitigación de GEI

En esta etapa se deberá realizar el análisis del potencial de mitigación de las medidas de mitigación identificadas en el paso 1, así como sus costos totales, para determinar la viabilidad principalmente económica de implementación de cada una de ellas. Al respecto, las medidas de mitigación de emisiones de GEI tienen asociados costos que pueden ser divididos desde el punto de vista de su naturaleza en gastos de capital (CAPEX por sus siglas en inglés) o gastos operacionales (OPEX por sus siglas en inglés).

Respecto a esto, la literatura sugiere el uso de las denominadas "curvas marginales de costo de abatimiento (MAC de sus siglas en inglés)", que ordenan en forma creciente según el costo de abatimiento (\$/tCO₂e), las distintas medidas de mitigación, incluyendo el potencial de abatimiento o reducción de cada medida, en distintos cortes temporales.

2.5.4.1.5 Selección de escenario de mitigación, definición de portafolio de acciones de mitigación de acuerdo con el escenario seleccionado y cronograma de implementación

Para seleccionar el escenario de mitigación se debe tener en cuenta el análisis de las medidas de mitigación de GEI realizado. Una vez definido el escenario de mitigación de GEI, se deberán definir las acciones de mitigación de GEI que permitirán cumplir con la meta planteada. Para esto, se deberán definir las acciones puntuales o proyectos que se van a implementar en cada una de las plantas de todas las regionales, teniendo en cuenta el CAPEX definido en el escenario seleccionado y el tiempo para su implementación.

2.5.4.2 Visión a 2050

El Anexo Análisis de medidas de mitigación de GEI a implementar para Sator presenta un listado de medidas de mitigación de GEI a considerar en el mediano plazo para Sator, que responden a las tendencias en el desarrollo de operaciones mineras de carbón y su camino a la sostenibilidad, resaltando algunos casos de éxito y las brechas generales que existen frente a este tipo de tecnologías.

2.5.4 Plan de Mitigación Sator

2.5.5.1 Hoja de ruta para definición de meta de mitigación a 2030

El Grupo Argos, incluido NDU, se alinea con la meta de mitigación del Grupo Empresarial Argos, la cual busca reducir el 43% de las emisiones de GEI a 2030. Como se ve en la Tabla 8, las emisiones proyectadas a 2030 para Grupo Argos incluido NDU son de 141 tCO₂e. Sin embargo, las emisiones de GEI históricas de NDU se han mantenido por encima del valor proyectado. Al respecto, las emisiones de alcance 1 representan el 84,43% de las emisiones totales (Gaia, 2020; Grupo Argos, 2020a) y corresponden al consumo de combustibles fósiles en procesos de combustión por fuentes fijas (operaciones y planta de emergencia) y móviles (camionetas y tractores, equipos como guadañas y botes) que son propiedad de la empresa, y a las emisiones fugitivas que resultan de liberaciones intencionales o no intencionales como fugas en las juntas, sellos o empaques de los equipos de refrigeración y aires acondicionados, así como las fugas de extintores. Las emisiones indirectas (alcance 2) representan el restante 15,57% y corresponden a las emisiones de GEI asociadas a la generación de la electricidad que es consumida en las operaciones y equipos que son propios o controlados por la organización.

La reducción de la huella de carbono se debe principalmente a la implementación de diferentes medidas de mitigación de GEI en los proyectos de urbanismo y en las instalaciones (Gaia, 2020; Grupo Argos, 2020a). Para la definición de una meta de mitigación específica que refleje la naturaleza del negocio, Transforma sugiere los siguientes pasos:

2.5.5.1.1 Identificación de medidas de mitigación

El Anexo Análisis de medidas de mitigación de GEI a implementar para Sator presenta un listado de medidas de mitigación de GEI a considerar en el mediano plazo para Sator, que responden a las tendencias en el desarrollo de operaciones mineras de carbón y su camino a la sostenibilidad, resaltando algunos casos de éxito y las brechas generales que existen frente a este tipo de tecnologías.

2.5.5.1.2 Construcción de escenarios de mitigación

Una vez definidas una serie de acciones de reducción de emisiones de GEI teniendo en cuenta todas las fuentes de emisión y los alcances que se tienen cuantificados, se debe realizar un ejercicio de construcción de escenarios de mitigación teniendo en cuenta como mínimo los siguientes criterios:

- Tipo de meta
- Línea/año base
- Año meta
- Alcances a incluir en la meta
- Enfoque de consolidación

Se sugiere revisar y seguir las recomendaciones del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (WBCSD & WRI, 2005).