



DSS
ambiente
ingeniería
innovación



aitue.

PLAN DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DEL PROYECTO

“QUINTA LAS CRUCES”

DE INMOBILIARIA LOS PELLINES S.A.

○ NOVIEMBRE DE 2019 ○



Concepción: Los Pensamientos 197
San Pedro de la Paz +56-41-2287848 / +56-41-2285324

Santiago: Av. Del Valle Sur 512 Oficina 304
Ciudad Empresarial, Huechuraba. +56-2-23494104



DSS
ambiente
ingeniería
innovación



INDICE

INDICE DE TABLAS.....	2
INDICE DE FIGURAS	3
1 INTRODUCCIÓN.....	4
2 OBJETIVOS.....	5
3 PLAN DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES.....	5
3.1 ESTIMACIÓN ANUAL DE LAS EMISIONES DEL PROYECTO.....	6
3.2 MEDIDA DE COMPENSACIÓN	6
3.2.1 <i>Cuantificación de la reducción de las emisiones atmosféricas por el recambio de la caldera....</i>	<i>12</i>
3.2.2 <i>Efectividad de la reducción de las emisiones.....</i>	<i>24</i>
3.2.3 <i>Verificación de que la medida propuesta es adicional.....</i>	<i>25</i>
3.2.4 <i>Permanencia de reducción de las emisiones</i>	<i>25</i>
4 FORMA, OPORTUNIDAD Y UBICACIÓN EN DONDE SE EFECTUARÁ LA MEDIDA E INDICADORES DE CUMPLIMIENTO.....	25
5 CRONOGRAMA	27

Indice de Tablas

Tabla 1 Emisiones del proyecto	6
Tabla 2 Especificaciones técnicas de la caldera actual	7
Tabla 3 Densidad de la leña	15
Tabla 4 Poder calorífico inferior (PCI) de la leña	16
Tabla 5 Propiedades físicas representativo de la leña de uso	17
Tabla 6 Consumo de leña actual, nivel de actividad	17
Tabla 7 Factores de Emisión de MP10 según tipo de artefacto.....	18
Tabla 8 Factor de emisión prorrateado.....	19
Tabla 9 Estimación de emisiones actuales	19
Tabla 10 Nivel de actividad, proyección del consumo de GLP.....	20
Tabla 11 Emisiones proyectadas.....	21
Tabla 12 Reducción de las emisiones en cada residencia.....	21
Tabla 13 Ubicación	27

Tabla 14 Documentos de seguimiento del PCE	27
Tabla 15 Carta Gantt	27

Indice de Figuras

Figura 1 Caldera actual	8
Figura 2 Estufas existentes.....	9
Figura 3 Radiadores actuales en el comedor	11
Figura 4 Radiador actual en el pasillo.....	11
Figura 5 Forma de acopio de leña en el Hogar de Cristo de Los Ángeles	13
Figura 6 Registro fotográfico de la leña que se utiliza en el Hogar de Cristo	14
Figura 7 Emisiones de MP10 del proyecto y emisiones compensadas por el recambio de la calera en el Hogar de Cristo.....	22
Figura 8 Emisiones de MP2,5 del proyecto y emisiones compensadas por el recambio de la calera en el Hogar de Cristo	24

1 Introducción

El proyecto "**Quinta Las Cruces**", de Inmobiliaria Los Pellines S.A., consiste en la construcción y habitabilidad de 239 unidades habitacionales nuevas, las que se suman a las 282 viviendas existentes, abarcando una superficie total de 12,83 ha; el proyecto se emplaza en la comuna de Los Ángeles, región del Bio Bío.

El proyecto se sometió a evaluación ambiental, ingresando al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), obteniendo la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) **favorable N°XX/2019**.

El proyecto se desarrollará en una zona declarada como saturada por sus concentraciones 24 horas de MP10 y MP2,5, mediante El D.S. N° 11/2015 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), sobre la cual se encuentra plenamente vigente el Plan de Descontaminación Atmosférica para la Comuna de Los Ángeles, establecido en el D.S. N°4/2019 del Ministerio del Medio Ambiente. El PDAO, en su artículo 46 establece:

"Desde la entrada en vigencia del presente decreto, todos aquellos proyectos o actividades, incluidas sus modificaciones, que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, que generen directa o indirectamente emisiones respecto de su situación base, iguales o superiores a 1 ton/año de MP, deberán compensar sus emisiones en un 120% del monto total anual de las emisiones de la actividad o proyecto."

Específicamente sobre las emisiones y su compensación la **RCA N°XX/2019**, señala en el considerando **XX.:**

"INTRODUCIR TEXTO"

El presente Plan de Compensación de Emisiones está orientado a la compensación de 3,85 ton/año de MP, mediante el recambio de una antigua caldera a leña existente en el Hogar de Cristo de Los Ángeles, por dos calderas de condensación a gas licuado de petróleo (GLP).

2 Objetivos

Presentar un Plan de Compensación de Emisiones (PCE) Atmosféricas orientado al recambio de la caldera existente en el Hogar de Cristo, garantizando que las emisiones del proyecto son compensadas en un 120%, de acuerdo a las disposiciones D.S. 4/2019.

3 Plan de Compensación de Emisiones

Acerca del PCE, el artículo 49 del PDA de la comuna de Los Ángeles señala:

"Los proyectos o actividades que deban compensar sus emisiones, deberán presentar un Programa de Compensación de Emisiones, ante la Seremi del Medio Ambiente, en un plazo no mayor a los 60 días hábiles desde la obtención de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) y cuyo contenido será, al menos, el siguiente:

a) Una estimación anual de las emisiones del proyecto, en la fase construcción, operación y cierre, señalando año y etapa a compensar en que se prevé se superará el umbral de 1 ton/año de MP.

b) Las medidas de compensación, deberán cumplir los siguientes criterios:

i. Cuantificable, esto es, que permitan cuantificar la reducción de las emisiones que se produzca a consecuencia de ella.

ii. Efectiva, esto es, que genere una reducción de emisiones real y medible.

iii. Adicional, entendiéndose por tal que la medida propuesta no responda a otras obligaciones a que esté sujeto el titular, o bien, que no corresponda a una acción que conocidamente será llevada a efecto por la autoridad pública o particulares.

iv. Permanente, entendiéndose por tal que la rebaja permanezca por el período en que el proyecto está obligado a reducir emisiones.

c) Forma, oportunidad y ubicación en coordenadas WGS84, de su implementación, con un indicador de cumplimiento del programa de compensación.

d) Carta Gantt, que considere todas las etapas para la implementación de la compensación de emisiones."

3.1 Estimación Anual de las Emisiones del proyecto

De acuerdo con el Informe de Estimación de Emisiones y su última actualización presentada en las respuestas a la Adenda Complementaria, las emisiones de MP10 del proyecto fluctúan entre los 1,36 ton/año y 3,21 ton/año, mientras que las emisiones de MP2,5 varían entre 0,75 ton/año y 1,31 ton/año; en la siguiente tabla se presenta la estimación de la tasa de emisión para cada año del proyecto.

Tabla 1 Emisiones del proyecto

Contaminante	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
MP	1,36	3,21	1,93	1,77
MP10	1,36	3,21	1,93	1,77
MP2,5	0,75	1,31	0,85	0,78

Fuente: Tabla 68 del Anexo 1 de la Adenda Complementaria, disponible en:

<http://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=2f/5f/ead707c5f14d9c0319910f03641931d5856d>

La tasa máxima de emisión se alcanza el año 2 en donde las emisiones llegan a 3,21 ton/año y 1,31 ton/año de MP10 y MP2,5, respectivamente.

3.2 Medida de compensación

La medida de compensación propuesta es el recambio de la caldera a leña existente en el Hogar de Cristo de la Comuna de Los Ángeles, por dos calderas de condensación de 100 kW que se conectan a un intercambiador de calor. De esta forma, reemplazará la forma de calefacción del recinto desde leña a GLP, asegurando la que el nuevo sistema de calefacción satisficiera la necesidad de calefacción del Hogar de Cristo.

El sistema de calefacción actual está constituido por una caldera a leña, la que calienta agua sólo para calefacción y distribuye el calor en el recinto a través de 69 radiadores,

todos en buen estado y con sus respectivas mantenciones. En la siguiente tabla, se presenta información acerca de la caldera actual, mientras que en la Figura 1 se encuentra un registro fotográfico.

Tabla 2 Especificaciones técnicas de la caldera actual

Marca	INGETAL
Modelo	Sin información
Año de fabricación	1892
Potencia nominal (kcal/h)	120.000
Eficiencia	Sin información
Tipo de calefacción	Calefacción, circuito cerrado
Combustible	Leña
Ubicación	Se encuentra en una sala cerrada, de concreto y de dimensiones 6 m x 2,5 m



Figura 1 Caldera actual

Cabe mencionar que en el recinto existen dos estufas a leña, ubicadas en el comedor del hogar y en uno de los pasillos, las que usan de forma ocasional. En la siguiente figura, se presentan fotos de ambas estufas.



a. Estufa a leña en comedor



b. Estufa a leña en el pasillo

Figura 2 Estufas existentes

Tanto en el comedor como en el pasillo hay radiadores, sin embargo, la necesidad del uso ocasional de las estufas radica en que caldera actual necesita para su funcionamiento que el operador la alimente de leña de manera continua para mantener una temperatura constante en todo el recinto. En la práctica el operador no alimenta continuamente la caldera, por lo tanto, baja la energía para calefaccionar al recinto entero.

La propuesta del recambio de la caldera actual, por dos calderas a GLP soluciona este problema, pues el cambio propuesto automatiza la entrada de combustible manteniendo la temperatura constante en todo el recinto. En concreto, en el comedor existen dos radiadores (ver Figura 3), a los que se le sumará un nuevo radiador para calefacción la superficie de esa zona de 108,6 m²; respecto al pasillo de superficie 73,9 m², se complementará con un nuevo radiador al ya existente (ver Figura 4) para satisfacer la necesidad de calefacción en esa zona.



a. Radiador 1

**b. Radiador 2****Figura 3 Radiadores actuales en el comedor****Figura 4 Radiador actual en el pasillo**

En consecuencia, la medida propone la desinstalación, chatarrización y disposición final de

las estufas a leña ubicadas en el comedor y el pasillo.

3.2.1 Cuantificación de la reducción de las emisiones atmosféricas por el recambio de la caldera

Para cuantificar la reducción de las emisiones por el recambio de la caldera actual, se realizó una visita a terreno con el fin de identificar el tipo de artefactos actuales, consumo y humedad de la leña. A continuación, se presentan los resultados obtenidos del terreno, los cuales derivan en consideraciones técnicas para el cálculo.

3.2.1.1 Caracterización de las fuentes emisoras: Levantamiento de información

A continuación, se describen los aspectos más relevantes que se obtuvieron del levantamiento de información.

a. Consumo de leña.

De acuerdo con los registros del Hogar de Cristo, el consumo de leña corresponde a aproximadamente 1.220 m³/año. Esta es obtenida a través de la compra en el mercado informal a un proveedor, adicionalmente, el mismo proveedor realiza donaciones a la institución.

b. Humedad de la leña

En la visita a terreno se consultó al operador sobre la humedad de la leña, siendo esta 50% seca y 50% húmeda, mezclando la leña para su uso. De hecho, según el relato, en muchas ocasiones cuando la astilla se introduce en la caldera es posible ver como se evapora parte del contenido de agua en la madera.

En la misma instancia del terreno, se observó que la leña se almacena bajo techo, sin embargo, debido a su estructura, es posible que en los días de lluvia el agua ingrese. En la siguiente figura, se observa un registro fotográfico de la leñera.



Figura 5 Forma de acopio de leña en el Hogar de Cristo de Los Ángeles

c. Tipo de leña y propiedades físicas

La leña que se utiliza en el Hogar de Cristo es eucaliptus, aramo y pino, utilizado en cantidades variables de acuerdo a la disponibilidad de éstos al momento de la compra y/o donación. Para efectos del cálculo de ha supuesto que las tres especies de maderas de utilizan en igual proporción.

En la siguiente figura se presenta registro fotográfico de la leña.



Figura 6 Registro fotográfico de la leña que se utiliza en el Hogar de Cristo

A continuación, se describen las variables físicas de la leña de eucalipto, aromo y pino:

- Densidad de la leña

La densidad de la leña varía según especie y según el contenido de humedad de la leña, esta información se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3 Densidad de la leña

Tipo de leña	Frecuencia del uso de leña	Densidad según el contenido de humedad de la leña (kg/m ³)	
		Seca	Húmeda
Eucalipto	33%	655	739
Aromo	33%	543	612
Pino	33%	645	726

Fuente: Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera, CDT (2015).

Conociendo la proporción del uso del tipo de leña y humedad de ésta, se puede calcular una densidad de la leña de la siguiente forma:

$$\rho = \frac{\sum_{j=1}^k L_j \times (\sum_{i=j} (\rho_{seca\ i} \times CH_{seca\ k} + \rho_{humeda\ i} \times CH_{humeda\ i}))}{100\%}$$

Donde,

L, es el porcentaje de uso de la leña j.

j, es el tipo de leña.

i, es el tipo de leña j.

ρ , es la densidad de la leña.

CH, es el contenido de humedad.

De esta forma, se estimó una densidad prorrateada:

$$\rho = \frac{33,3\% \times (50\% \times 655 + 50\% \times 739) + 33,3\% \times (50\% \times 543 + 50\% \times 612) + 33,3\% \times (50\% \times 645 + 50\% \times 726)}{100\%}$$

$$\rho = 614 \text{ kg/m}^3$$

- Poder Calorífico Inferior (PCI)

La humedad de la leña tiene un efecto relevante en la generación energética de leña. Esto se debe a que parte de la energía liberada en la combustión evapora el contenido de agua

de la propia astilla (calor latente de vaporización), lo que disminuye su poder calorífico a medida que aumenta la humedad de la leña.

En la siguiente tabla, se presenta el PCI de los distintos tipos de leña.

Tabla 4 Poder calorífico inferior (PCI) de la leña

Tipo de leña	Frecuencia del uso de leña	PCI según el contenido de humedad de la leña (kcal/kg)	
		Seca	Húmeda
Eucalipto	33%	3476,9	2130,7
Aromo	33%	3769,3	2973,1
Pino	33%	3582,0	3028,0

Fuente: Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera, CDT (2015).

Conociendo que la leña que se utiliza en el Hogar de Cristo es 50% leña seca y 50% leña húmeda, se estimó un valor del PCI prorrateado entre el porcentaje de uso de frecuencia del tipo de leña, de la siguiente forma:

$$PCI = \frac{\sum_{j=1} L_j \times (\sum_{i=j} (PCI_{seca\ i} \times CH_{seca} + PCI_{hume\ i} \times CH_{humeda}))}{100\%}$$

Donde,

L, es el porcentaje de uso de la leña j.

j, es el tipo de leña en el establecimiento k.

i, es el tipo de leña j.

CH, es el contenido de humedad.

PCI, es el poder calorífico inferior de la leña.

En efecto, el PCI queda determinado como:

$$PCI = \frac{33,3\% \times (50\% \times 3476,9 + 50\% \times 2130,7) + 33,3\% \times (50\% \times 3769,3 + 50\% \times 2973,1) + 33,3\% \times (50\% \times 3582,0 + 50\% \times 3028,0)}{100\%}$$

$$PCI = 3609,4 \text{ kcal/kg}$$

En resumen, se estimaron valores para la densidad y el PCI que fueran representativos del tipo de leña, la fracción de uso y el contenido de humedad. En definitiva, los valores son los que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 5 Propiedades físicas representativo de la leña de uso

Densidad (kg/m³)	614
Poder Calorífico Inferior (PCI) (kcal/kg)	3609,4

3.2.1.2 Estimación de las emisiones actuales

La metodología aplicada a la estimación de emisiones es la recomendada por EPA, la que se basa en la siguiente relación:

$$E = \frac{FE M10_n \times NA}{1 \times 10^6}$$

Donde

E, es la emisión de MP10 (ton/año)

Na, es el nivel de actividad, que en este caso corresponde al consumo de leña anual en cada residencia (kg/año)

FE_n, es el factor de emisión para el residencia n (g/kg de leña)

a. Estimación del nivel de actividad, consumo de leña actual

En la visita a terreno se levantó información sobre el consumo de leña y el contenido de humedad de estos (ver sección 3.2.1.1 a), declarando el consumo en metros cúbicos al año (m³/año) (revisar Anexo 1).

El nivel de actividad se refiere al consumo de leña expresado en kilos al año (kg/año), por lo tanto, se usó la densidad de la leña para la conversión de unidades. Por su parte, la determinación de la densidad de la leña fue presentada en la sección 3.2.1.1 c, Tabla 5.

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad para el Hogar de Cristo.

Tabla 6 Consumo de leña actual, nivel de actividad

Consumo de leña total (m³/año)	Densidad de la leña (kg/m³)	Consumo de leña actual (kg/año)
A	B	C = A x B
1.220	614	749.487

b. Factores de Emisión de los artefactos actuales

En virtud de la inexistencia de factores de emisión para calderas con la tecnología de la existente en el Hogar de Cristo, se escogió un escenario conservador, asumiendo los factores de emisión para un artefacto de combustión lenta.

Para tales efectos, se utilizaron los factores de emisión recomendados en el Capítulo I del informe "Actualización del Inventario de Emisiones Atmosféricas y Modelación de Contaminantes de Concepción Metropolitano, Año Base 2013", cuyas magnitudes se presentan a continuación.

Tabla 7 Factores de Emisión de MP10 según tipo de artefacto

Artefacto	Contaminante	Factor de Emisión (g/kg leña)	
		Leña seca	Leña húmeda
Combustión lenta sin templador	MP10	6,2	11,8
	MP2,5	5,8	11,0

Fuente: Tabla 2 del Estudio "Actualización del Inventario de Emisiones Atmosféricas y Modelación de Contaminantes de Concepción Metropolitano, Año Base 2013", disponible en: https://www.cpcc.cl/wp-content/uploads/2016/07/CAPITULO-I_Fuentes-area_Lena.pdf#page=13&zoom=100,0,153

Como se ve en la tabla precedente, el factor de emisión es variable según la proporción de leña seca y húmeda utilizada para la calefacción. Por lo tanto, se calculó un factor de emisión representativo de acuerdo al porcentaje de humedad de la leña (ver sección 3.2.1.1.b.), de la siguiente manera:

$$FE_{MP10} = A \times FE_{MP10_{ls}} + B \times FE_{MP10_{lh}}$$

Donde,

FE_n, es el factor de emisión en el residencia n (g/kg de leña).

FE_{ls}, es el factor de emisión para el artefacto con uso de leña seca (g/kg de leña).

FE_{lh}, es el factor de emisión para el artefacto con uso de leña húmeda (g/kg de leña).

A_n, es la fracción de la leña total catalogada como seca en la residencia n.

B_n, es la fracción de la leña total catalogada como húmeda en la residencia n.

De esta forma, el cálculo del Factor de emisión es:

$$FE_{MP10} = 0,5 \times 6,2 + 0,5 \times 11,8 = 9,0 \frac{g}{kg} \text{ de leña}$$

Del mismo modo, se calculó el factor de emisión para el MP2,5. De este modo los factores de emisión prorrateados son los que se indican a continuación.

Tabla 8 Factor de emisión prorrateado

Artefacto	Contaminante	Factor de emisión prorrateado (g/kg)
Combustión lenta sin templador	MP10	9,0
	MP2,5	8,4

c. Estimación de las emisiones actuales

Conforme al nivel de actividad (ver sección 3.2.1.3.a) y el factor de emisión (consultar sección 3.2.1.2.b), se estimaron las emisiones del recinto a partir de la ecuación general presentada al comienzo de este acápite, tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 9 Estimación de emisiones actuales

Nivel de actividad (kg/año)	Contaminante	Factor de Emisión MP10 (g/kg leña)	Emisión MP10 (ton/año)
NA		FE	C = NA x FE/1 x 10⁶
797.067	MP10	9,0	7,17
	MP2,5	8,4	6,70

En total, se estima que las emisiones del Hogar de Cristo son 7,17 ton/año de MP10 y 6,70 ton/año de MP2,5.

3.2.1.3 Estimación de las emisiones proyectadas por el recambio de la caldera

A continuación, se presenta una estimación de las emisiones proyectadas, es decir, aquellas que se generarán luego del recambio de la caldera actual por otras dos calderas a GLP. Para esto se utilizó la siguiente expresión:

$$E = \frac{FE_{MP10} \times NA}{1 \times 10^6}$$

Donde

E, es la emisión de MP10 (ton/año)

Na, es el nivel de actividad, que en este caso corresponde al consumo de GLP anual (kg/año)

FE, es el factor de emisión para la caldera a GLP (g/kg de leña)

a. Estimación del nivel de actividad: consumo proyectado de GLP

Para estimar la demanda de GLP para la calefacción del recinto se usó la siguiente expresión:

$$NA = \frac{CL \times PCI_{leña}}{PCI_{GLP}} \times \frac{\eta_{leña}}{\eta_{GLP}}$$

Dónde:

NA, es el nivel de actividad, la que en este caso será es la demanda de GLP (kg/año-residencia)

CL, es el consumo de leña actual (kg/año)

η , es la eficiencia del artefacto (%). Al respecto, cabe mencionar que se desconoce la eficiencia del artefacto actual, por lo que se usará como supuesto conservador asimilarlo a la eficiencia de una estufa no certificada, es decir 65%; en tanto, la eficiencia de las calderas proyectadas será de al menos un 85%.

PCI, es el poder calorífico inferior del combustible(kcal/kg). El valor del PCE para la leña fue presentado en la *Tabla 5*, en tanto que se conoce que el PCI del GLP es 10.990 kcal/kg.

Por consiguiente, el nivel de actividad será:

Tabla 10 Nivel de actividad, proyección del consumo de GLP

Consumo de leña (kg/año)	PCI Leña (kcal/kg)	PCI GLP (kcal/kg)	Eficiencia equipos (%)		Nivel de Actividad: Consumo de GLP proyectado (kg/año)
			Actual	GLP	
CL	PCI _{leña}	PCI _{GLP}	$\eta_{caldera}$	η_{GLP}	NA= CL x (PCI _{leña} /PCI _{GLP}) x ($\eta_{caldera}$ / η_{GLP})
797.067	3.160,0	10.990	65%	85%	175.257

b. Factor de emisión de las calderas a GLP

Según Tabla 4 de la Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Fuentes Fijas y Móviles (CONAMA, 2009)¹, las calderas de combustible GLP tienen un

¹ Disponible en: http://www.declaracionemision.cl/docs/GUIA_CONAMA.pdf

factor de emisión de **0,00017 kg/kg** de GLP.

c. Estimación de las emisiones proyectadas

En consideración con lo expuesto en los literales anteriores, se estima que las emisiones sean las que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 11 Emisiones proyectadas

Consumo de combustible proyectado (kg/año)	Contaminante	Factor de Emisión de calderas a GLP (kg/kg)	Emisiones proyectadas MP10 (ton/año)
A		B	E=A x B/1000
175.257	MP10	0,00017	0,030
	MP2,5	0,00017	0,030

3.2.1.4 Reducción de las emisiones actuales por la implementación de la medida compensatoria

El recambio de la caldera a leña en el Hogar de Cristo por dos calderas a GLP permitirá una reducción de las emisiones de 7,14 ton/año de MP10 y 6,67 ton/año de MP2,5.

En las primeras dos columnas de la siguiente tabla, se presenta una comparación entre las emisiones actuales que se generan y las que se esperan con la implementación de la medida mediante el recambio de la caldera actual. Además, se presenta en una tercera columna, la magnitud de las emisiones compensadas.

Tabla 12 Reducción de las emisiones en cada residencia

Contaminante	Emisiones (ton/año)		
	Actuales	Proyectadas	Emisión compensada
	A	B	C= A-B
MP10	7,17	0,03	7,14
MP2,5	6,70	0,03	6,67

Respecto a las emisiones de MP10 es importante destacar:

- La tasa máxima de emisión del proyecto se estima en 3,21 ton/año, para el año 2 del proyecto. Por cuanto se deben compensar 3,85 ton/año.
- La medida a implementar permitirá reducir las emisiones en el Hogar de Cristo en 7,14 ton/año, respecto de su situación actual.
- Esto permite compensar las emisiones de MP10 del proyecto en 3,29 ton/año adicionales a las exigibles en la **RCA XXX/2019**.

En la siguiente figura se presenta una comparación entre las emisiones del proyecto, las exigibles a compensar en cada año y las emisiones compensadas por la implementación de la medida por cada año del proyecto.

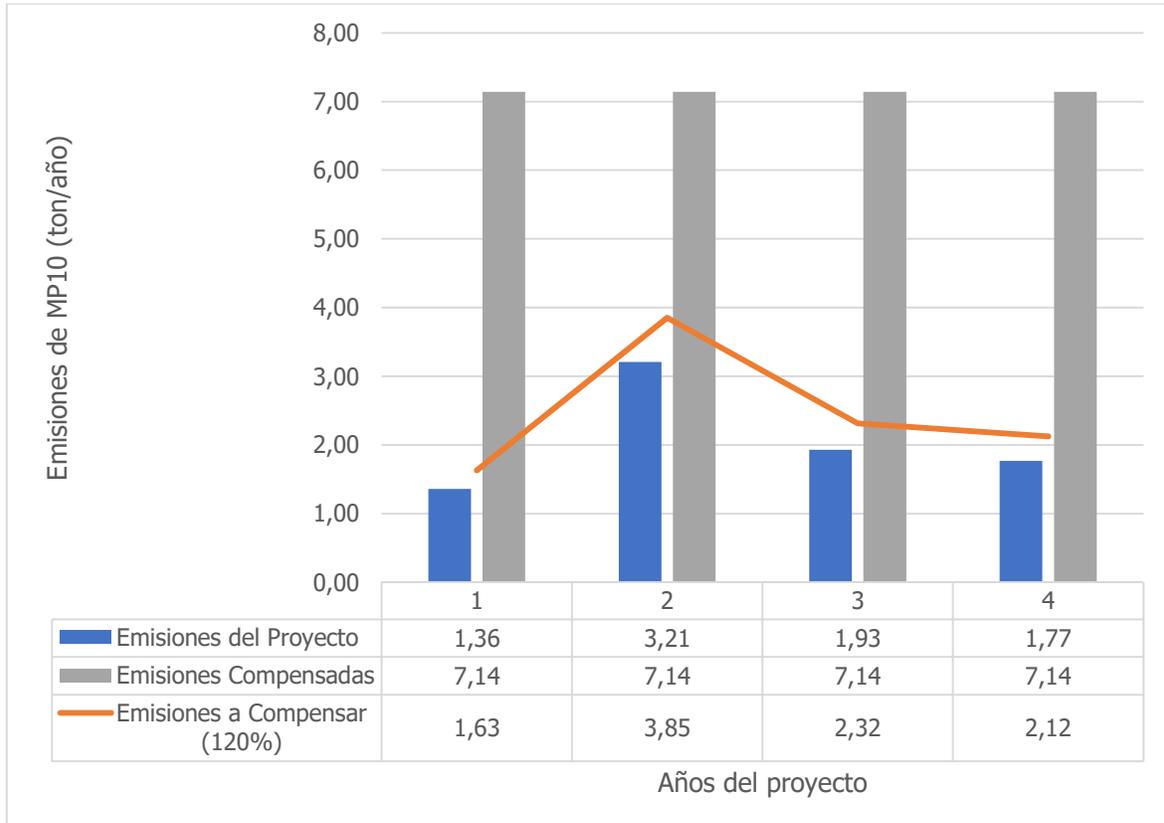


Figura 7 Emisiones de MP10 del proyecto y emisiones compensadas por el recambio de la calera en el Hogar de Cristo

En relación a las emisiones de MP2,5 es importante destacar:

- La tasa máxima de emisión del proyecto se estima en 1,31 ton/año, para el año 2 del proyecto. Por cuanto se deben compensar 1,57 ton/año.
- La medida a implementar permitirá reducir las emisiones en el Hogar de Cristo en 6,67 ton/año, respecto de su situación actual.
- Esto permite compensar las emisiones de MP2,5 del proyecto en 5,10 ton/año adicionales.

En la siguiente figura se presenta una comparación entre las emisiones del proyecto, las exigibles a compensar en cada año y las emisiones compensadas por la implementación de la medida por cada año del proyecto.

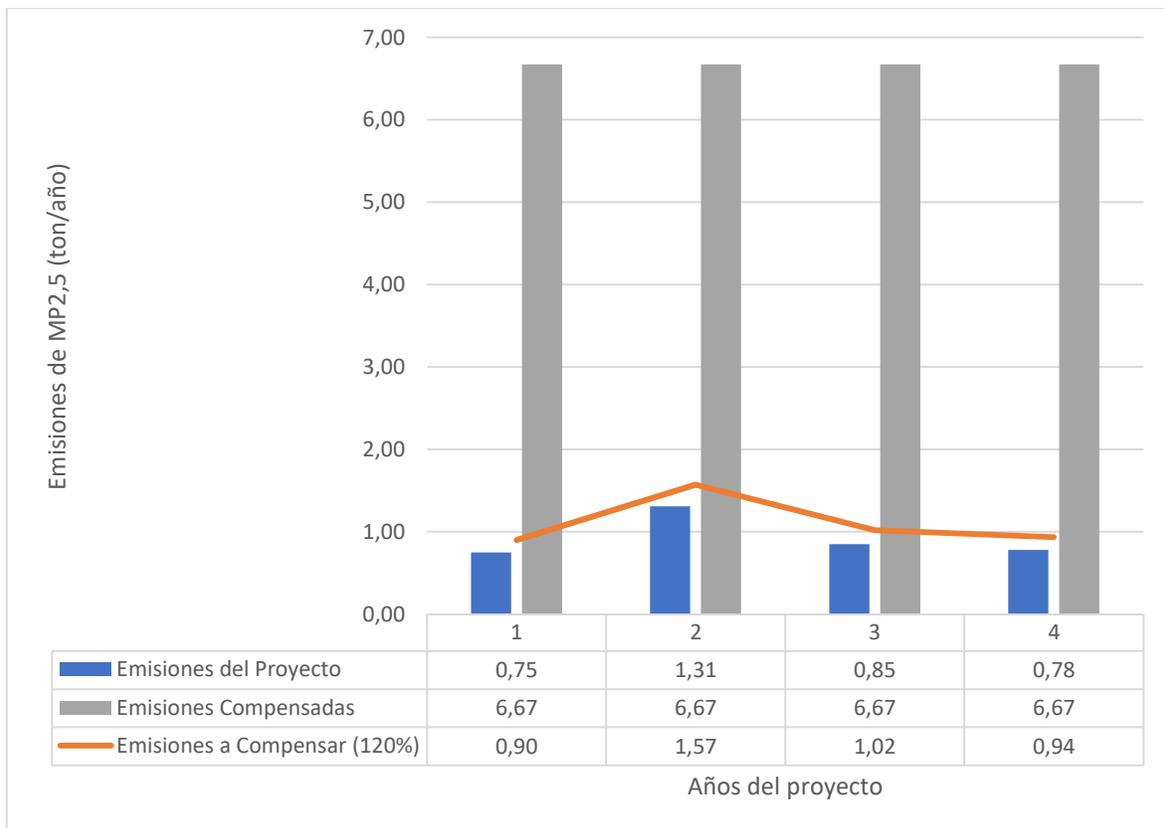


Figura 8 Emisiones de MP2,5 del proyecto y emisiones compensadas por el recambio de la calera en el Hogar de Cristo

3.2.2 Efectividad de la reducción de las emisiones

La medida es efectiva, puesto que tal como se presentó en la sección anterior, el recambio de la caldera actual en el Hogar de Cristo permite compensar 7,14 ton/año de MP10 y 6,67 ton/año de MP2,5, superando ampliamente la tasa de compensación exigible por las emisiones del proyecto.

Por otro lado, la propuesta del recambio de la caldera actual (120.000 – 180.000 kcal/h) del Hogar de Cristo contempla que ésta sea sustituida por dos calderas a GLP de 100 kW cada una, las que se conectarán a un intercambiador de calor; desde ahí el calor será distribuido a través de los 69 radiadores existentes. Adicionalmente, se desinstalarán las estufas que se encuentran en el comedor y el pasillo, las que serán reemplazadas por radiadores.

De este modo el nuevo sistema de calefacción quedará compuesto por dos calderas a GLP de 100 kW, un intercambiador de calor y 71 radiadores.

Una vez que la caldera y las estufas sean desinstaladas serán convertidas en chatarra. Con esto se asegura que no vuelvan a ser reutilizadas en otro recinto o vivienda, eliminando completamente estas fuentes de emisión.

3.2.3 Verificación de que la medida propuesta es adicional

El recambio de la caldera en el Hogar de Cristo no se encuentra acogida a ningún Programa de Recambio de Calefactores implementado por la SEREMI del Medio Ambiente; así como tampoco a un plan de recambio efectuado por un particular.

Por el contrario, el recambio de ésta constituye una medida exclusiva para el PCE del proyecto "**Quinta Las Cruces**" enmarcado dentro de las exigencias indicadas en la RCA N°XX/2019, por lo que no forma parte de otras responsabilidades o compromisos que el titular mantenga de manera diferenciada o independiente al mencionado proyecto y RCA.

En consecuencia, se puede concluir que la medida cuenta con el carácter de adicional, exigida por el art. 49 letra b. ii) del PDA, en el sentido de que la medida propuesta no responde a otras obligaciones a que esté sujeto el titular y no consiste en una acción que conocidamente será llevada a efecto por la autoridad pública o particulares.

3.2.4 Permanencia de reducción de las emisiones

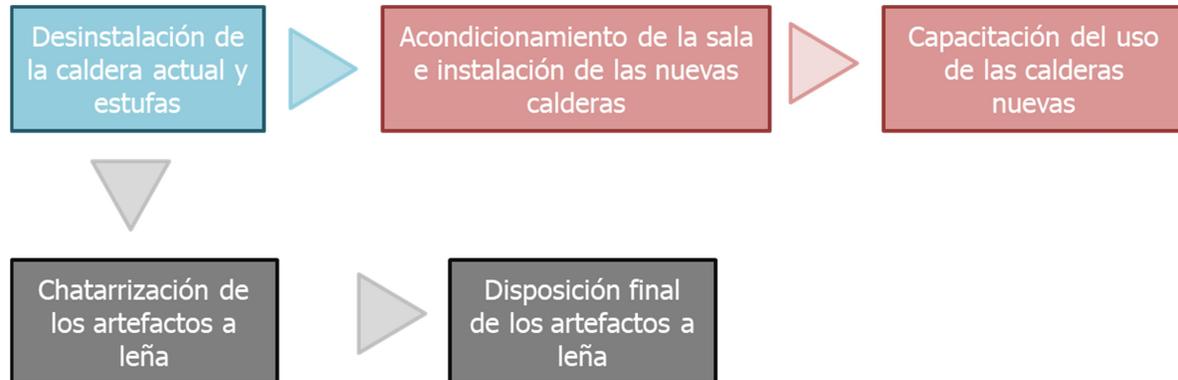
La medida propuesta permite la compensación de la emisiones del proyecto durante toda su vida útil.

4 Forma, oportunidad y ubicación en donde se efectuará la medida e indicadores de cumplimiento

a. Forma y oportunidad en la que se implementará la medida

La medida propuesta consiste en el recambio de la caldera a leña actual existente en el Hogar de Cristo, por dos calderas a GLP que conectarán a un intercambiador de calor.

La implementación de la medida tendrá lugar una vez aprobado este plan, para lo que el titular, se contactará con el Departamento de Obras del Hogar de Cristo, con el fin de convenir el inicio de las acciones para el recambio, según el siguiente esquema:



El titular desinstalará la actual caldera del Hogar de Cristo, en conjunto con las 2 estufas de apoyo ubicadas en el comedor y en el pasillo; inmediatamente, estos artefactos serán chatarrizados y llevados a disposición final.

En paralelo, se procederá al acondicionamiento de la sala e instalación de las nuevas calderas, dentro de la misma sala en que actualmente se encuentra la caldera a leña; una vez realizadas las pruebas y comprobado el correcto funcionamiento del sistema de calefacción, se realizará una capacitación para el uso de las nuevas calderas a los operarios.

Cabe mencionar, que el Hogar de Cristo tiene un convenio con Lipigas, mediante el cual, obtiene tarifa preferencial para GLP. Dentro de este mismo contexto, Lipigas se hará cargo de la instalación de dos bombonas para el suministro del GLP, así como también de las redes de conexión hasta las calderas nuevas.

b. Ubicación

El recambio se realizará en el Hogar de Cristo, cuya ubicación se presenta en la Tabla 13 y Figura 3.

Tabla 13 Ubicación

Dirección	Coordenada UTM (m) WGS 84, HUSO 18 S	
	Este	Norte
Las Azaleas 480, Los Ángeles.	732.893,75	5.849.823,08

c. Indicadores de Cumplimiento

Como medios de verificación se presentará a la SEREMI del Medio Ambiente los siguientes documentos:

Tabla 14 Documentos de seguimiento del PCE

Ítem	Documento de verificación	Anexo	Plazo
Desinstalación de la caldera actual	Se entregará a la SEREMI del Medio Ambiente un documento que dé cuenta de la desinstalación de la caldera actual, y de las 2 estufas de apoyo, el que será acompañado con registros fotográficos.	3	15 días hábiles después de efectuado el recambio.
Capacitación de la operación de las nuevas calderas	Se entregará a la SEREMI del Medio Ambiente un documento que acredite que el proveedor de las calderas efectuó una capacitación para su correcta operación	4	

5 Cronograma

La implementación del PCE se efectuará en un plazo aproximado de 8 semanas una vez obtenida su aprobación. En la siguiente tabla se presenta la carta Gantt, en donde se pueden ver los plazos comprometidos para cada actividad

Tabla 15 Carta Gantt

Actividad	Semanas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Desinstalación del artefacto actual y estufas de apoyo								
Chatarrización y disposición final del artefacto actual y estufas de apoyo								
Instalación del nuevo artefacto								
Capacitación sobre la operación del nuevo artefacto								