



**OF.ORD.Nº : 129/ 2021**

**ANT.** : Carta de GR Pitao SpA.

**MAT.** : Aprueba Programa de  
Compensación de  
Emisiones.

**Talca, 07 de mayo de 2021**

**DE: PABLO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ  
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE  
REGIÓN DEL MAULE**

**A: JUAN ENRIQUE ALLARD SERRANO  
REPRESENTANTE LEGAL  
GR PITAO SPA.**

Junto con saludar, informo que se ha revisado el programa de compensación de emisiones del proyecto "Planta Fotovoltaica Teno Uno 9 MW", aprobado por Resolución Exenta Nº 99/2020, de la Comisión de Evaluación de la Región del Maule, presentado mediante carta del titular GR Pitao SpA. ingresada en esta SEREMI el 02-03-2021.

Al respecto informo que se aprueba dicho programa de compensación de emisiones.

Los reportes del cumplimiento de dicho Programa de Compensación de Emisiones, deberán ser remitidos a la Oficina Regional del Maule de Superintendencia del Medio Ambiente, con copia a esta SEREMI del Medio Ambiente.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

**PABLO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ  
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE  
REGIÓN DEL MAULE**

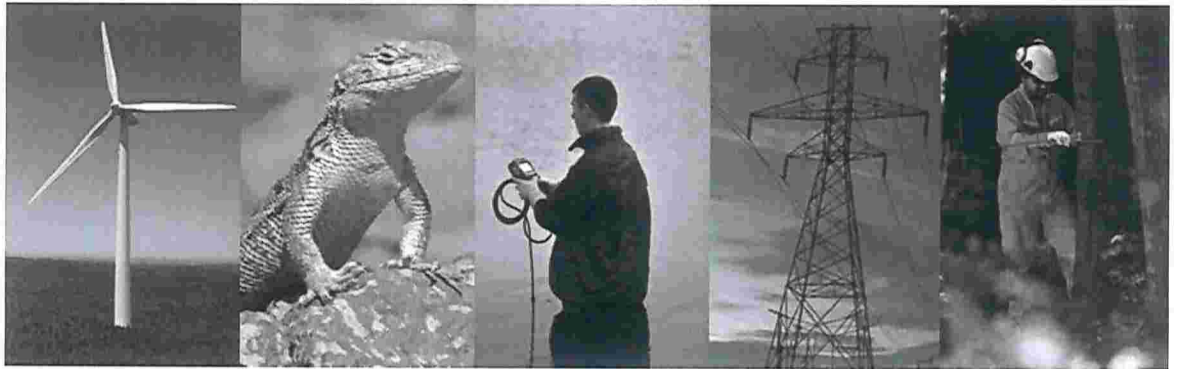
PSG/RFM/rfm

**Distribución:**

- Juan Enrique Allard Serrano, Representante Legal, GR Pitao SpA.
- Cc. Mariela Valenzuela H. Jefa Oficina Maule SMA
- Cc. René Alejandro Christen F., Director Regional Maule SEA
- Cc. Archivo Calidad de aire
- Cc. Archivo SEREMI Medio Ambiente Maule

Seremi del Medio Ambiente – Región del Maule  
1 oriente 1590 Talca – fono 71 2 341309 – 71 2 341303  
<https://www.facebook.com/seremimedioambientemaule>  
<https://twitter.com/seremiMA07>

[www.mma.gob.cl](http://www.mma.gob.cl)



# PLANTA FOTOVOLTAICA TENO UNO 9 MW PLAN DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES PARA MATERIAL PARTICULADO



**GR PITAO SpA**

Nicolás Escárte Romero  
Ingeniero Civil en Química

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN .....	3
2	ANTECEDENTES .....	4
3	OBJETIVO .....	9
4	METODOLOGÍA.....	9
4.1	ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL ESCENARIO ACTUAL .....	9
4.1.1	NIVELES DE ACTIVIDAD ASOCIADOS AL TRÁNSITO VEHICULAR, ESCENARIO ACTUAL 10	
4.1.2	FACTORES DE EMISIÓN ASOCIADOS AL TRÁNSITO VEHICULAR POR CAMINOS NO PAVIMENTADOS, ESCENARIO ACTUAL.....	11
4.1.2.1	PESOS PROMEDIOS DE FLOTAS VEHICULARES.....	12
4.2	ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL ESCENARIO PROYECTADO. ....	13
4.2.1	NIVELES DE ACTIVIDAD ASOCIADOS AL TRÁNSITO VEHICULAR, ESCENARIO PROYECTADO. ....	13
4.2.2	FACTORES DE EMISIÓN ASOCIADOS AL TRÁNSITO VEHICULAR POR CAMINOS PAVIMENTADOS, ESCENARIO PROYECTADO .....	13
5	RESULTADOS .....	14
5.1.1	ESCENARIO ACTUAL, CALLE LAS ARAUCARIAS SIN PAVIMENTAR .....	14
5.1.2	ESCENARIO PROYECTO, CALLE LAS ARAUCARIAS PAVIMENTADA .....	15
5.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	16
6	DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES.....	17
6.1	PAVIMENTACIÓN DE CALLE LAS ARAUCARIAS .....	17
7	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO .....	18

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Resumen general de resultados (ton/año).....	5
Tabla 2 : Fuentes de emisiones atmosféricas identificadas en la fase de construcción del Proyecto.	5
Tabla 3: Resumen de emisiones atmosféricas identificadas categorizadas por actividad para la fase de construcción del Proyecto.....	6
Tabla 4 : Conteo vehicular día Martes 29/01/2021. ....	10
Tabla 5 : Niveles de actividad asociados al tránsito vehicular en calle Las Araucarias (veh-km/año) .....	11
Tabla 6: Pesos medios de la flota vehicular por tipo de carpeta y tramo (ton).....	12
Tabla 7: Factores de emisión para tránsito vehicular en circulación por camino no pavimentado.	12
Tabla 8 : Factores de emisión para tránsito vehicular en circulación en camino pavimentado.....	13
Tabla 9 : Resultados estimación de emisiones material particulado, escenario actual.....	14
Tabla 10 : Resultados estimación de emisiones material particulado, escenario proyectado. ....	15

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación cartográfica del camino a pavimentar. ....	7
Figura 2: Estado actual del camino a pavimentar. ....	8

## ÍNDICE DE APENDICES

APÉNDICE A .....	20
------------------	----

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento da cuenta del análisis necesario para la ejecución del Plan de Compensación de Emisiones a implementar por el Proyecto “Planta Fotovoltaica Teno Uno 9 MW”, aprobado mediante Res. Ex. N°99/20 del Servicio de Evaluación Ambiental de la Región del Maule, en adelante, el “Proyecto”.

En primer lugar, se indica que el Proyecto consiste en la construcción y operación de una planta fotovoltaica ( en adelante “PFV”) productora de energía eléctrica, a través de la transformación de la energía solar en energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos, y su posterior conducción e inyección al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), mediante una Línea de Evacuación de Media Tensión (13,2 kV) con una longitud aproximada de 373,77 metros, la cual se conectará al “Alimentador El Quelmen” correspondiente a la “Subestación Teno”

La PFV tendrá una potencia de 9 MW, y será construida en un periodo de 6 meses, con una vida útil de 30 años, finalizando con una fase de cierre que tendrá una duración de 4 meses.

En particular, cabe señalar que, el Proyecto se ubicará en la Comuna de Teno, Provincia de Curicó, Región del Maule, declarada actualmente saturada por concentraciones diarias de material particulado respirable fino (MP<sub>2,5</sub>) según el D.S 53/2015 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y afecta a cumplir los límites establecidos en el Artículo 28 del D.S 44/2019 del MMA, el cual establece Plan de Descontaminación Atmosférica para el Valle Central de la Provincia de Curicó. Cabe precisar que, dicho artículo se señala que todos aquellos proyectos o actividades, incluidas sus modificaciones, que ingresen al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y que generen directa o indirectamente emisiones de MP iguales o superiores a 1 ton/año, deberán compensar dichas emisiones en un 120% del monto total anual de emisiones de la actividad o proyecto, respecto de su situación base.

De acuerdo a lo informado en ADENDA Complementaria, el Proyecto durante su fase de construcción emitirá un total de 3,9 toneladas anuales de MP<sub>10</sub>, motivo por el cual deberá presentar un Programa de Compensación de Emisiones (PCE) por un total de 4,7 toneladas, equivalentes al 120% de la cantidad de material particulado a emitir durante la construcción.

En este contexto, y con el objeto de llevar a cabo la compensación de emisiones, GR Pitao SpA (en adelante “el Titular”), contempla la ejecución de la pavimentación de una longitud total de 265

metros de la Calle Las Araucarias, ubicada en la comuna de Teno, colindante a la población Nueva Bellavista, beneficiando directamente a todos los habitantes de ese sector al evitar que el polvo resuspendido por el tránsito vehicular se concentre en las viviendas que componen la población.

## 2 ANTECEDENTES

En primer lugar y según lo señalado en el documento "Actualización de Estimación de Emisiones a la Atmósfera", incorporado en Anexo 4.1 de la ADENDA complementaria del Proyecto, el cálculo de emisiones asociadas al Proyecto fue realizado en base a la metodología de cálculo establecida en el "Informe Final servicio de recopilación de factores de emisión al aire para el Servicio de Evaluación Ambiental" y la "Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyectos Inmobiliarios", elaborada por el SEREMI del MMA de la Región Metropolitana (Enero, 2012), ambos basados en el documento AP-42 de la US EPA.

La ecuación general utilizada para estimar las emisiones de cualquier actividad asociada al Proyecto es la siguiente:

**Ecuación N° 1. Ecuación general para la estimación de emisiones.**

$$E = Fe \cdot Na \cdot \left(1 - \frac{Ea}{100}\right)$$

Dónde:

- E : Emisión
- Fe : Factor de Emisión
- Na : Nivel de Actividad
- Ea : Eficiencia de abatimiento

Los resultados obtenidos de la estimación de emisiones del Proyecto para las fases de construcción, operación y cierre se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 1 : Resumen general de resultados (ton/año)**

Contaminante	Construcción	Operación	Cierre	Límite de Emisión
MP <sub>10</sub>	3,90	0,19	1,09	1

Fuente: Elaboración propia en base a Anexo "Actualización de Estimación de Emisiones a la Atmósfera" (ver Anexo 4.1 de la ADENDA complementaria Proyecto Planta Fotovoltaica Teno Uno 9 MW)

Tal como se observa en la tabla precedente, durante la fase de construcción y cierre se supera el límite de emisión de MP indicado en el Artículo 28 del D.S. N°44/2019 del MMA, debiendo compensar de esta manera, por la cantidad mayor (fase de construcción), un total de 4,7 toneladas del contaminante antes mencionado, correspondientes al 120% de la cantidad emitida.

Cabe señalar que, para contrastar las tasas de emisión del Proyecto con los límites establecidos, se utilizaron las tasas de MP<sub>10</sub>, debido que es la fracción más grande material particulado fino respirable.

Las fuentes emisoras de MP<sub>10</sub> provenientes de la fase de construcción del Proyecto se presentan categorizadas en la siguiente tabla.

**Tabla 2 : Fuentes de emisiones atmosféricas identificadas en la fase de construcción del Proyecto.**

Actividad	Tipo de contaminante
Perforaciones	Material Particulado
Escarpe	Material Particulado
Compactación	Material Particulado
Excavaciones (movimientos de tierra)	Material Particulado
Transferencia de material (carga y descarga)	Material Particulado
Tránsito de vehículos en caminos no pavimentados	Material Particulado
Tránsito de vehículos en caminos pavimentados	Material Particulado

Fuente: Elaboración propia en base a Anexo "Actualización de Estimación de Emisiones a la Atmósfera" (ver Anexo 4.1 de la ADENDA complementaria, Proyecto Planta Fotovoltaica Teno Uno 9 MW)

En base a la información declarada en la estimación de emisiones, a continuación, se presentan las tasas de emisión de MP<sub>10</sub> categorizadas por fuentes emisoras.

**Tabla 3: Resumen de emisiones atmosféricas identificadas categorizadas por actividad para la fase de construcción del Proyecto.**

Clasificación	Actividad	Emisión de MP <sub>10</sub> (ton/fase)
Emisiones directas	Perforaciones	1,15
	Escarpe	0,68
	Compactación	0,05
	Excavaciones	0,37
	Carga de materiales	0,00
	Descarga de Materiales	0,01
	Combustión de motores de vehículos por caminos no pavimentados internos	0,00
	Tránsito vehicular por caminos no pavimentados internos	0,18
	Combustión de motores de maquinarias	0,19
	Erosión Eólica	0,00
Grupos Electrógenos	0,00	
<b>Total emisiones directas</b>		<b>2,63</b>
Emisiones indirectas	Combustión de motores de vehículos por caminos pavimentados	0,00
	Combustión de motores de vehículos por caminos no pavimentados externos	0,00
	Tránsito vehicular por caminos pavimentados	0,02
	Tránsito vehicular por caminos no pavimentados externos	1,25
<b>Total emisiones indirectas</b>		<b>1,28</b>
<b>Total general</b>		<b>3,90</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Anexo "Actualización de Estimación de Emisiones a la Atmósfera" (ver Anexo 4.1 de la ADENDA complementaria, Proyecto Planta Fotovoltaica Teno Uno 9 MW)

De la tabla anterior se observa que las principales fuentes emisoras de material particulado corresponden a las perforaciones a realizar por la máquina hincadora y el tránsito vehicular por caminos no pavimentados, ambas fuentes asociadas a procesos sin combustión, razón por la cual, para llevar a cabo la compensación de emisiones en conformidad a los requerimientos del D.S. N°44/2019 del MMA, se pavimentarán 265 metros de la calle Las Araucarias, ubicada en la comuna de Teno, ubicada en la comuna de Teno, colindante a la población Nueva Bellavista, beneficiando directamente a todos los habitantes de ese sector al evitar que el polvo resuspendido por el tránsito vehicular se concentre en las viviendas que componen la población. El tramo a pavimentar se muestra en la siguiente cartografía.

Figura 1: Representación cartográfica del camino a pavimentar.



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, la siguiente figura muestra el estado actual del tramo a pavimentar.

**Figura 2: Estado actual del camino a pavimentar.**



Fuente: Elaboración propia.

En particular, se detalla que la pavimentación del tramo detallado en la figura anterior será de un estándar apropiado para la caracterización del flujo vehicular en circulación con el objeto de abatir las emisiones de material particulado generadas tanto por la pulverización de la superficie por el desplazamiento de las ruedas, como las emitidas por la corriente de aire turbulenta generada por el movimiento de cada vehículo. El detalle de los estándares de la pavimentación a efectuar, se presentan en el Anexo 1. Sin perjuicio de lo anterior, cabe señalar que lo señalado en dicho anexo es de carácter preliminar y podría verse sujeto a cambios con el objeto de implementar la pavimentación de manera óptima.

Finalmente, se reitera que dicha medida beneficiará directamente a los residentes de la población Nueva Bellavista al reducir las concentraciones de material particulado en el entorno de la Calle Las Araucarias.

### 3 OBJETIVO

El presente documento tiene por objetivo cuantificar la reducción de emisiones de material particulado ( $MP_{10}$ ) por efecto de la pavimentación de una longitud de 265 metros de la calle Las Araucarias, emplazada en la comuna de Teno y verificar de esta manera el cumplimiento del Plan de Compensación de Emisiones asociado a la evaluación ambiental del proyecto “Planta Fotovoltaica Teno Uno 9 MW”, calificado ambientalmente favorable mediante Res. Ex. N°99/20 del Servicio de Evaluación Ambiental de la Región del Maule.

### 4 METODOLOGÍA

La cuantificación de la reducción de emisiones de material particulado por efecto de la pavimentación de la calle Las Araucarias, se realizó bajo el siguiente proceder:

- ✓ Caracterización del escenario actual: Estimación de emisiones de material particulado considerando circulación de vehículos por 265 metros de camino no pavimentado.
- ✓ Proyección de escenario futuro: Estimación de emisiones de material particulado considerando circulación de vehículos por 265 metros de camino pavimentado.
- ✓ Diferencial de emisiones entre el escenario actual y escenario futuro

#### 4.1 ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL ESCENARIO ACTUAL

Tal como se indicó anteriormente, la ecuación general utilizada para estimar las emisiones de  $MP_{10}$ , es la siguiente:

$$E = Fe \cdot Na \cdot \left(1 - \frac{Ea}{100}\right)$$

En consideración a lo anterior, a continuación, se presentan los niveles de actividad y factores de emisión utilizados para cuantificar las emisiones de material particulado producto del tránsito vehicular por la calle Las Araucarias, para el escenario actual sin pavimentar y proyectado con pavimentación.

#### 4.1.1 NIVELES DE ACTIVIDAD ASOCIADOS AL TRÁNSITO VEHICULAR, ESCENARIO ACTUAL

Los niveles de actividad requeridos para caracterizar esta fuente emisora corresponden a los kilómetros totales recorridos por cada tipo de vehículo en el tramo indicado anteriormente

Para caracterizar el flujo vehicular en circulación, se efectuó un conteo de vehículos durante el día Martes 29 de Enero del año 2021 entre las 09:00 y 23:00 hr. Dichas labores fueron coordinadas con el personal de la Dirección de Obras de la Unidad de Medio Ambiente de la Ilustre Municipalidad de Teno, destacando que debido a las medidas de restricción de circulación producto de la situación sanitaria, no existirá una variación sustantiva en la movilidad de las personas, por lo tanto se consideró que dicho flujo vehicular medido en la calle Las Araucarias, se mantendrá constante durante el año.

La siguiente tabla presenta los resultados del conteo vehicular realizado.

**Tabla 4 : Conteo vehicular día Martes 29/01/2021.**

Horario	Cantidad					
	Camionetas	Automóviles	Camión	Bus	Minibus	Motocicleta
09:00 - 10:00	4	31	0	0	0	0
10:00 - 11:00	25	55	1	0	0	0
12:00 - 13:00	20	50	4	0	0	2
13:00 - 14:00	16	40	10	0	1	1
14:00 - 15:00	10	42	2	0	0	2
15:00 - 16:00	35	40	12	3	1	2
17:00 - 18:00	23	35	7	3	0	0
18:00 - 19:00	27	40	0	0	0	0
20:00 - 21:00	30	40	0	0	0	0
22:00 - 23:00	8	30	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>198</b>	<b>403</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>7</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por registros contabilizados por personal de Municipalidad de Teno

En base a la información anterior, para obtener los kilómetros recorridos por cada clase vehicular, se consideró la siguiente ecuación:

$$KTR = VT \cdot DR$$

Dónde:

*KTR* : Kilómetros totales recorridos al año (veh-km/año)

*VT* : Viajes totales al año por tipo de vehículo (veh/año)

*DR* : Distancia recorrida en cada viaje de ida (km)

La siguiente tabla presenta la cantidad de viajes totales (ida + vuelta) al año por tipo de vehículos, la distancia recorrida por viaje y los correspondientes niveles de actividad obtenidos al aplicar la ecuación descrita.

**Tabla 5 : Niveles de actividad asociados al tránsito vehicular en calle Las Araucarias (veh-km/año)**

Vehículo	Viajes Totales (veh/año)	Distancia (km)	Kilómetros Totales (veh-km/año)
	[VT]	[DR]	[KTR]
Camionetas	20.592	0,27	5.457
Automóviles	41.912	0,27	11.107
Camión	3.744	0,27	992
Bus	624	0,27	165
Minibus	208	0,27	55
Motocicleta	728	0,27	193

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2 FACTORES DE EMISIÓN ASOCIADOS AL TRÁNSITO VEHICULAR POR CAMINOS NO PAVIMENTADOS, ESCENARIO ACTUAL

El factor de emisión de  $MP_{10}$  para tránsito vehicular por caminos no pavimentados extraído del documento "Servicio de recopilación y sistematización de factores de emisión al aire para el Servicio de Evaluación Ambiental" y se presenta a continuación

$$FE_{MP_{10}} = 422,85 \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^{0,9} \cdot \left(\frac{W}{2,72}\right)^{0,45}$$

Dónde:

*s* = Porcentaje de finos asociado a la superficie (8,5% por defecto)

*W* = Peso promedio de la flota vehicular que circula por la ruta.

El método para determinar el peso promedio de la flota vehicular en base a los resultados del conteo vehicular se indica a continuación

#### 4.1.2.1 PESOS PROMEDIOS DE FLOTAS VEHICULARES

Se determinó el peso promedio de la flota, considerando proporcionalidades al número de viajes que realiza cada vehículo, de esta manera se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$P_i = \bar{P}_{veh} \cdot PV$$

De modo que, para determinar el peso medio de la flota por vía de circulación se define:

$$P_{Flota} = \sum P_i$$

Dónde:

$P_i$  : Proporción por tipo de vehículo del total de la flota

$P_{Flota}$  : Peso medio de la flota (ton)

$\bar{P}_{veh}$  : Peso medio asignado a cada tipo de vehículo (ton)

$PV$  : Proporción de viajes (viajes totales por tipo de vehículo) / (total de viajes de la flota)

Considerando lo expuesto anteriormente se definieron los pesos promedio para la flota de vehículos a circular por la calle Las Araucarias.

**Tabla 6: Pesos medios de la flota vehicular por tipo de carpeta y tramo (ton).**

Vehículo	Peso Medio ( $\bar{P}_{veh}$ )	Nº de viajes al año	Proporción de viajes ( $PV$ )	Proporción por peso ( $P_i$ )	Peso medio de la Flota ( $P_{Flota}$ )
Camionetas	2,00	10.296	0,30	0,61	2,18
Automóviles	1,20	20.956	0,62	0,74	
Camión	12,00	1.872	0,06	0,66	
Bus	17,20	312	0,01	0,16	
Minibus	2,00	104	0,00	0,01	
Motocicleta	0,20	364	0,01	0,00	

Fuente: Elaboración propia.

Con los pesos medios de la flota vehicular, se obtuvo los siguientes factores de emisión.

**Tabla 7: Factores de emisión para tránsito vehicular en circulación por camino no pavimentado.**

Vehículo	Factor de Emisión MP <sub>10</sub> (kg/veh-km)
Camionetas	0,2815
Automóviles	0,2815
Camión	0,2815

Vehículo	Factor de Emisión MP <sub>10</sub> (kg/veh-km)
Bus	0,2815
Minibus	0,2815
Motocicleta	0,2815

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL ESCENARIO PROYECTADO.

Tal como se indicó anteriormente, para llevar a cabo la compensación de emisiones comprometida, se proyecta pavimentar una longitud aproximada de 265 metros de la calle Las Araucarias. En consideración a lo anterior, a continuación, se presentan los niveles de actividad y factores de emisión utilizados para estimar las emisiones de material particulado para el escenario proyectado.

### 4.2.1 NIVELES DE ACTIVIDAD ASOCIADOS AL TRÁNSITO VEHICULAR, ESCENARIO PROYECTADO.

Se consideró que el tránsito vehicular se mantiene respecto a lo presentado en el acápite 4.1.1, por lo tanto los niveles de actividad para cada vehículo en el escenario proyectado son los mismos que se presentaron anteriormente en la Tabla 5.

### 4.2.2 FACTORES DE EMISIÓN ASOCIADOS AL TRÁNSITO VEHICULAR POR CAMINOS PAVIMENTADOS, ESCENARIO PROYECTADO

El factor de emisión de MP<sub>10</sub> para tránsito vehicular por caminos pavimentados se extrajo del documento "Servicio de recopilación y sistematización de factores de emisión al aire para el Servicio de Evaluación Ambiental" y se presenta a continuación.

$$FE_{MP_{10}} = 0,62 \cdot sL^{0,91} \cdot W^{1,02}$$

Dónde:

$sL$  = Carga de finos de la vía.

$W$  = Peso promedio de la flota vehicular que circula por la ruta.

Se consideró que se mantienen los pesos promedios de la flota vehicular indicados en la Tabla 6

**Tabla 8 : Factores de emisión para tránsito vehicular en circulación en camino pavimentado.**

Vehículo	Factor de Emisión MP <sub>10</sub> (kg/veh-km)
Camionetas	0,000952
Automóviles	0,000952
Camión	0,000952
Bus	0,000952
Minibus	0,000952

Vehículo	Factor de Emisión MP <sub>10</sub> (kg/veh-km)
Motocicleta	0,000952

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a los resultados del conteo vehicular, indicados en el acápite 4.1.1, se atribuyó una carga de finos de 0,6 g/m<sup>2</sup>, de acuerdo a lo indicado en el documento "Servicio de recopilación y sistematización de factores de emisión al aire para el Servicio de Evaluación Ambiental", para caminos con flujo medio diario menor a 500 vehículos.

## 5 RESULTADOS

### 5.1.1 ESCENARIO ACTUAL, CALLE LAS ARAUCARIAS SIN PAVIMENTAR

Con los niveles de actividad presentados en la Tabla 5 los factores de emisión indicados anteriormente en la Tabla 7, se obtuvo las correspondientes tasas de emisión del escenario actual.

**Tabla 9 : Resultados estimación de emisiones material particulado, escenario actual.**

Vehículo	Factor de Emisión MP <sub>10</sub> (kg/veh-km)	Nivel de actividad (veh-km/año)	Emisión de MP <sub>10</sub> (ton/año)
Camionetas	0,2815	5.456	0,7680
Automóviles	0,2815	11.106	1,5631
Camión	0,2815	992	0,1396
Bus	0,2815	166	0,0233
Minibus	0,2815	56	0,0078
Motocicleta	0,2815	192	0,0272

Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados expuestos en la tabla anterior, la tasa total de emisión de MP<sub>10</sub> del escenario actual corresponde a un total de 5,06 toneladas anuales.

### 5.1.2 ESCENARIO PROYECTO, CALLE LAS ARAUCARIAS PAVIMENTADA

Con los niveles de actividad presentados en la Tabla 5 y los factores de emisión indicados en la Tabla 8, se obtuvo las correspondientes tasas de emisión del escenario proyectado.

**Tabla 10 : Resultados estimación de emisiones material particulado, escenario proyectado.**

Vehículo	Factor de Emisión MP <sub>10</sub> (kg/veh-km)	Nivel de actividad (veh-km/año)	Emisión de MP <sub>10</sub> (ton/año)
Camionetas	0,000952	5.456	0,00260
Automóviles	0,000952	11.106	0,00529
Camión	0,000952	992	0,00047
Bus	0,000952	166	0,00008
Minibus	0,000952	56	0,00003
Motocicleta	0,000952	192	0,00009

Fuente: Elaboración propia.

Considerando los resultados expuestos en la tabla anterior, la tasa de emisión de MP<sub>10</sub> por concepto de tránsito vehicular proyectando pavimentación de 265 metros de la calle Las Araucarias, corresponde a 0,02 toneladas anuales.

## 5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Considerando que, el presente documento entrega la cuantificación de las tasas de emisión de MP<sub>10</sub> provenientes del tránsito vehicular del escenario actual por una longitud de 265 metros de la calle Las Araucarias, sin pavimentar, y el escenario proyectado, con pavimentación del mismo tramo, cabe enfatizar que la pavimentación del sector antes mencionado, da cumplimiento al Plan de Compensación, comprometido en la evaluación ambiental del Proyecto “Planta Fotovoltaica Teno Uno 9 MW” aprobado mediante Res. Ex. N°99/20 del Servicio de Evaluación Ambiental de la Región del Maule.

En particular, se señala que los resultados de la estimación de emisiones de material particulado del escenario actual (ver sección 5.1.1), indican que se emiten 5,06 toneladas por concepto de tránsito vehicular en la calle Las Araucarias. A su vez, el cálculo de las emisiones de material particulado considerando pavimentación del tramo antes indicado (ver sección 5.1.2), arroja que se emitirán aproximadamente 0,02 toneladas de este contaminante por concepto de tránsito vehicular.

Considerando lo anterior, efectuando el diferencial entre el escenario actual versus el escenario proyectado, se obtiene el total de emisiones de material particulado a compensar, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$E_{comp} = E_{escenario\ actual} - E_{escenario\ proyectado}$$

Donde

$E_{comp}$  : Emisión de MP compensadas.

$E_{escenario\ actual}$  : Emisión de MP del escenario actual.

$E_{escenario\ proyectado}$  Emisión de MP del escenario proyectado.

Finalmente,

$$E_{comp} = 5,06 - 0,02 = 5,04 \text{ (toneladas)}$$

De lo anterior se concluye que, la pavimentación de aproximadamente 265 metros de longitud de la calle Las Araucarias, cumple con las toneladas de material particulado a compensar comprometidas en evaluación ambiental del Proyecto.

## **6 DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES**

A continuación, se describe la forma de implementación de la medida ambiental que tiene como objetivo la compensación de emisiones de material particulado generadas por el proyecto durante su fase de construcción.

### **6.1 PAVIMENTACIÓN DE CALLE LAS ARAUCARIAS**

Previo a la ejecución las actividades, el Titular realizará una coordinación con la Municipalidad de Teno.

La pavimentación se realizará conforme a lo siguiente:

1) Movimientos de maquinarias

Se dispondrá en el lugar la maquinaria necesaria para llevar a cabo la pavimentación de 265 metros de la calle Las Araucarias en la comuna de Teno.

2) Carga y transporte de materiales.

Se trasladarán al lugar los materiales requeridos (áridos, material estabilizante, agua industrial, entre otros).

3) Roce y despeje del terreno

Se efectuará el retiro de material excedente y se delimitará el sector a pavimentar, previo a colocar el material estabilizante y compactar.

4) Compactación de la superficie.

La superficie a pavimentar será sometida a compactación para lograr las condiciones adecuadas para la aplicación de asfalto

5) Aplicación de asfalto.

Una vez preparada la superficie, se aplicará el asfalto conforme a los procedimientos indicados en el documento "Manual de Obras de Vialidad, Pavimentación y Aguas Lluvias, 2018"

6) Demarcación del camino

Al finalizar el proceso de asfaltado, se efectuará la demarcación del camino para facilitar la circulación de los vehículos.

7) Limpieza y despeje

Se retirarán todos los escombros y materiales sobrantes generados durante las actividades de pavimentación.

Cabe destacar que el estándar de la pavimentación no considera la construcción de obras de drenajes y saneamiento.

## 7 INDICADOR DE CUMPLIMIENTO

Como indicador de cumplimiento del PCE se propone la entrega de un informe detallado a la SEREMI del Medio Ambiente de la Región del Maule, con las medidas adoptadas, en el cual se evidenciará la situación previa y posterior a la implementación del plan con los registros pertinentes que acrediten el estado de conclusión del plan.

El contenido del informe permitirá a la autoridad verificar por medio de registros visuales la ejecución del plan de acuerdo a los términos que se describen en el presente informe, corroborando de esta manera la implementación de la medida de compensación de emisiones de material particulado.

Para acreditar el cumplimiento del plan de compensación, el informe se estructurará de acuerdo a lo indicado a continuación:

- Resumen ejecutivo: se presentará una breve síntesis que considere los principales aspectos, análisis y conclusiones del estado de avance del PCE, incluyendo las eventuales desviaciones que se pudieron haber generado.
- Introducción: el informe considerará una introducción indicando los aspectos relevantes de la ejecución de las labores de pavimentación de la calle Las Araucarias.
- Objetivos: se incorporarán los objetivos del documento conforme a los compromisos verificables del PCE.
- Metodología y resultados: Se presentará principalmente una descripción del camino de a pavimentar, con registros visuales de manera previa y posterior a la pavimentación. Además, se indicarán las fechas de cada hito de la pavimentación, incluyendo los inicios de obra e inauguración oficial por parte del personal municipal.
- Resultados: Mediante registros fotográficos y actas de labores efectuadas, se presentarán los resultados de la elaboración del Plan de Compensación.

- Discusiones: Se efectuará un análisis cualitativo y cuantitativo de las medidas a implementar en el PCE.
- Conclusiones: Se finalizará el informe con las conclusiones del trabajo de implementación del PCE.
- Referencias: Se presentarán en el caso que se requiera,
- Anexos: Se presentarán en el caso que se requiera,

Se resalta que, con el objeto de **verificar el cumplimiento del PCE**, todas las actividades relacionadas a la pavimentación del camino serán evidenciadas mediante registros fotográficos con fecha y hora. Se enfatiza que, los indicadores de cumplimiento y los detalles del seguimiento se presentan de acuerdo a la tabla presentada en el Apéndice A.

# APÉNDICE A

## PLAN DE SEGUIMIENTO DEL PCE

Plan de Seguimiento	
Plan de Compensación de Emisiones de Material Particulado del Proyecto "Planta Fotovoltaica Teno Uno 9 MW"	
Componente Afectado	Calidad del aire
Identificación del Impacto Ambiental	Emisión de MP por desplazamiento de vehículos por calle no pavimentada Las Araucarias
Medida Asociada	Pavimentación de aproximadamente 265 metros de calle Las Araucarias
Fase del Proyecto	Previo a construcción.
Ubicación de puntos o sitios de muestreo, medición, análisis y/o control.	Intersección de Las Araucarias con Los Canelos, comuna de Teno.
Parámetros utilizados para la implementación del PCE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de registros fotográficos que evidencien la implementación de la pavimentación.</li> <li>- Envío de informe de cumplimiento a la SEREMI del Medio Ambiente.</li> </ul>
Límites permitidos o comprometidos	<p>Límite de emisión de MP indicado en el D.S. N°44/2019 del MMA correspondiente a 1 ton/año.</p> <p>El Proyecto emitirá en construcción un total de 3,9 toneladas anuales de Material Particulado 10 (MP10), motivo por el cual deberá presentar un Programa de Compensación de Emisiones (PCE) por un total de 4,7 toneladas, equivalentes al 120% de la cantidad de material particulado señalada.</p>
Duración y frecuencia de las actividades de muestreo, medición, análisis y/o control.	Registros fotográficos de actividades previo a la pavimentación y durante la ejecución de los trabajos.
Método o procedimiento de muestreo, medición, análisis y/o control para parámetros.	<p>Se realizará inspección de los trabajos de pavimentación. A partir de esto generará registros que contendrán como mínimo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lugar, día y hora de la inspección en terreno.</li> <li>- Fotografías de avances.</li> </ul> <p>Los antecedentes indicados se presentarán en informe final que dará cuenta del cumplimiento de la medida, el cual será enviados a la SEREMI del Medio Ambiente.</p>
Periodo, frecuencia y plazo de entrega de los informes de seguimiento.	<p>El cumplimiento se materializará mediante la presentación de un Informe Final, que contendrá como mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación de punto de control.</li> <li>- Día y hora de inspección.</li> <li>- Fotografías que evidencien la implementación de la pavimentación</li> </ul>
Organismo destinatario de informes	El informe será enviado a la SEREMI del Medio Ambiente.

DISEÑO PAVIMENTACIÓN CALLE LAS ARAUCARIAS  
COMUNA DE TENO

---

## 1.- INTRODUCCIÓN

---

El presente documento detalla el proyecto de asfaltado de la calle Las Araucarias de la comuna de Teno, del mandante Empresa Grenergy Renovables Pacific Limitada.

---

## 2.-DISEÑO GEOMÉTRICO

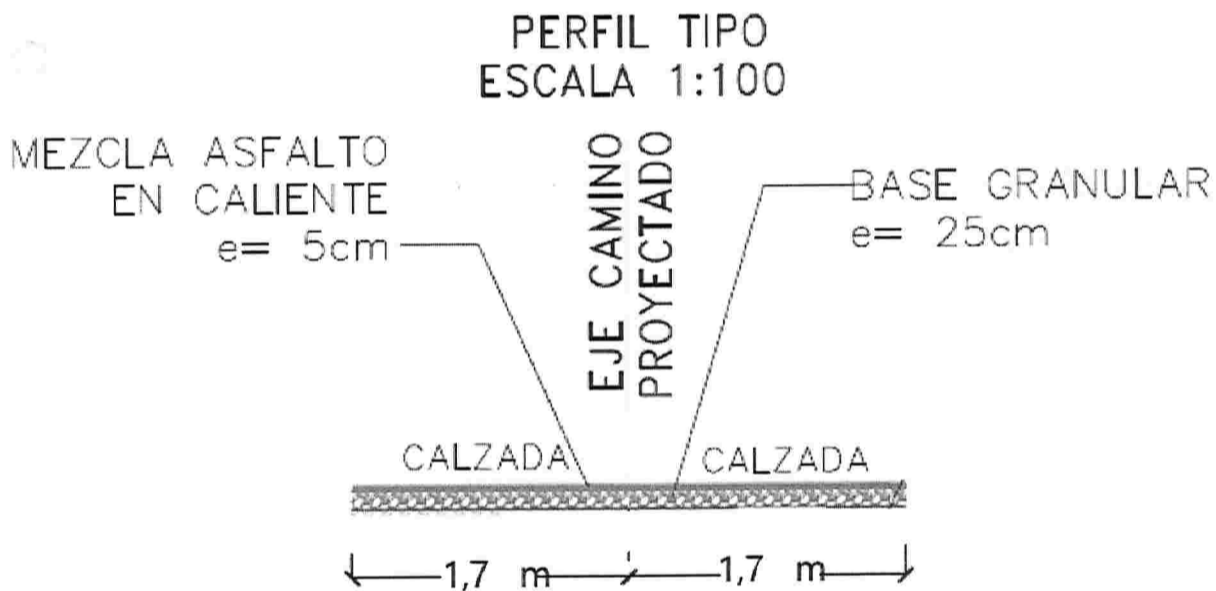
---

**DISEÑO ESTRUCTURAL:** El diseño estructural que se propone será de mejorar el terreno de fundación.

Para determinar el diseño del paquete estructural que se considerará en el proyecto y analizando la calidad del terreno de fundación, se determinará realizar un escarpe de 0,30 m. mínimo y además excavar 0.30 m. adicionales para asegurar la estabilidad del acceso. Sobre este se colocará una Base Estabilizada de 0.25 m. de espesor y sobre esta el pavimento asfáltico de 5.0 cm. la que será confinada en extremos mediante soleras tipo A.

La estructura de pavimento debe ser:

- Base Granular: 0.25 m.
- Pavimento Asfáltico: 0.05 m.



La longitud máxima de esta pavimentación será de aprox 265 metros.

---

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

---

---

### *EXCAVACION DE ESCARPE (m3)*

---

#### 1.- DESCRIPCION Y ALCANCES

Esta partida se refiere a la excavación de corte en terreno de cualquier naturaleza en conformidad con lo dispuesto en la Sección 5.201 del MC-V5, en esta especificación y demás documentos del Proyecto.

#### 2.- MATERIALES

Los trabajos comprendidos en esta partida no requieren el uso de materiales.

#### 3.- PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

Los trabajos se efectuarán en conformidad con lo estipulado en el Tópico 5.201.3 del MC-V5 y, en particular, con lo señalado en el numeral 5.201.302.

#### 4.- UNIDAD DE MEDIDA Y PAGO

La unidad de medida y pago será el metro cúbico (m3) de excavación de corte en terreno de cualquier naturaleza, e incluye todos los trabajos necesarios para la ejecución de este ítem en conformidad con lo dispuesto en el Tópico 5.201.4 del MC-V5.

---

### *BASE GRANULAR, CBR 80% (m3)*

---

#### 1.- DESCRIPCION Y ALCANCES

Esta partida se refiere a la confección, colocación, compactación y terminación de base granular de CBR  $\geq$  80%, en conformidad con lo dispuesto en la Sección 5.302 del MC-V5, en esta especificación y demás documentos del Proyecto.

#### 2.- MATERIALES

Los materiales a emplear deberán cumplir con los requisitos pertinentes de calidad y graduación, según lo establecido en el Tópico 5.302.2 del MC-V5, para bases granulares de graduación cerrada y poder de soporte CBR igual o mayor a 80%.

#### 3.- PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

Los trabajos se efectuarán en conformidad con lo estipulado en el Tópico 5.302.3 del MC-V5, en los anchos, espesores y longitudes establecidos en el Proyecto u ordenados por la Inspección Fiscal.

#### 4.- UNIDAD DE MEDIDA Y PAGO

La unidad de medida y pago será el metro cúbico (m3) de base granular de graduación cerrada y de poder de soporte CBR igual o mayor a 80%, e incluye todos los materiales y trabajos necesarios para la ejecución de este ítem en conformidad con lo dispuesto en el Tópico 5.302.4 del MC-V5.

---

*CONCRETO ASFALTICO DE SUPERFICIE (m3)*

---

**1.- DESCRIPCION Y ALCANCES**

Esta partida se refiere a la confección, transporte, colocación, compactación, terminación y control de concreto asfáltico de rodadura o capa intermedia, en los espesores indicados en el proyecto, mezclados en planta y en caliente, en conformidad con lo dispuesto en la Sección 5.408 del MC-V5, en esta especificación y demás documentos del Proyecto.

**2.- MATERIALES**

Los áridos y asfaltos a emplear en la confección de la mezcla asfáltica y las propiedades de la mezcla propiamente tal, deberán cumplir con los requisitos señalados en el Tópico 5.408.2 del MC-V5, para Carpeta de Rodadura.

**3.- PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO**

Los trabajos se ajustarán de forma manual, ajustándose en todo lo que corresponda a lo dispuesto en el Tópico 5.408.3 del MC-V5. Las eventuales multas por deficiencias constructivas o de la mezcla, se ceñirán por lo establecido en el numeral 5.408.304 de dicho Tópico.

Bajo ninguna circunstancia el Contratista comenzará la pavimentación antes de obtener la visación de la dosificación, por parte del Laboratorio Regional de Vialidad. Las penalizaciones que correspondan serán conformidad a lo señalado en el numeral 5.408.304 del MC-V5.

**4.- UNIDAD DE MEDIDA Y PAGO**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS ESPECIALES**

**408-1 Concreto Asfáltico de Superficie**

La unidad de medida y pago será el metro cubico (m<sup>3</sup>) de concreto asfáltico de superficie, de acuerdo a las dimensiones teóricas de ancho, espesor y longitud establecidos en el Proyecto u ordenados por la ITO, e incluye todos los materiales y trabajos necesarios para la ejecución de este ítem en conformidad con lo dispuesto en el Tópico 5.408.4 del MC-V5.

**408-2 Concreto Asfáltico Capa Intermedia**

La unidad de medida y pago será el metro cubico (m<sup>3</sup>) de concreto asfáltico capa intermedia, de acuerdo a las dimensiones teóricas de ancho, espesor y longitud establecidos en el Proyecto u ordenados por la ITO, e incluye todos los materiales y trabajos necesarios para la ejecución de este ítem en conformidad con lo dispuesto en el Tópico 5.408.4 del MC-V5.

Santiago, 26 Febrero del año 2021

Señor  
Pablo Sepúlveda Gutiérrez  
SEREMI del Medio Ambiente  
Región del Maule  
Presente

Ref. : Formaliza documento Plan de  
Compensación de Emisiones del  
Proyecto "Planta Fotovoltaica Teno  
Uno 9 MW"

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, y a través de Pares&Alvarez Gestión Ambiental, se realiza el ingreso del Plan de Compensación de Emisiones del Proyecto "Planta Fotovoltaica Teno Uno 9 MW", cuyo Titular es "Pitao SpA".

Cabe mencionar que el Proyecto, ubicado en la comuna de Teno, Provincia de Curicó, Región del Maule, emitirá un total de 3,9 toneladas anuales de Material Particulado Respirable (MP<sub>10</sub>), razón por lo cual, en concordancia con lo indicado en la evaluación ambiental del Proyecto, calificado ambientalmente favorable según RCA N°99/2020, se deberá compensar un total de 4,7 toneladas, equivalente al 120% de la cantidad emitida de MP<sub>10</sub>.

En consideración de lo señalado en los párrafos precedentes, por medio del presente documento se presenta el Plan de Compensación de Emisiones asociado, en formato digital ante la SEREMI del Medio Ambiente respectiva.

Sin otro particular saluda atentamente a usted;



Juan Enrique Allard Serrano  
10.895.601-1  
Representante Legal  
GR Pitao SpA