

Universidad Nacional de Tucumán  
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología  
Ingeniería Industrial

**Desarrollo de la fase de mitigación de gases  
de efecto invernadero del Plan Local de  
Acción Climática de San Miguel de Tucumán**

Giuliano Alessandro Dall'Agata  
Práctica Profesional Supervisada

Ing. Julieta Migliavacca  
25 de abril de 2025



# Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>Glosario.....</b>	<b>3</b>
<b>La Secretaría.....</b>	<b>4</b>
<b>Diagnóstico del problema.....</b>	<b>6</b>
Sobre el presente Plan de Acción Climática y sus ejes de trabajo.....	8
Fase de Mitigación.....	10
<b>Acciones.....</b>	<b>11</b>
Inventario de Gases de Efecto Invernadero.....	11
Análisis ABC.....	12
Generación de ideas de mitigación.....	13
Criterios de elección:.....	14
Vigilancia tecnológica.....	14
Definición de objetivos.....	14
Identificación de fuentes de información relevantes.....	15
Análisis de aplicabilidad y escalabilidad.....	15
Cálculo de reducción de gases de efecto invernadero.....	16
Estimación de datos de actividad.....	16
Factor de emisión.....	17
Potencial de calentamiento global.....	18
Cálculo estimativo de costos.....	19
Planilla de acciones en conjunto.....	20
Material gráfico.....	21
Método de los factores ponderados.....	23
Paso 1: Selección de los criterios de evaluación.....	23
Paso 2: Asignación de un peso a cada criterio seleccionado.....	24
Paso 3: Evaluación de cada medida utilizando los criterios seleccionados.....	24
Paso 4: Cálculo de la nota final a cada medida evaluada.....	25



---

Paso 5: Elaboración de una tabla.....	25
Documento final del Plan Local de Acción Climática.....	27
<b>Resultados.....</b>	<b>27</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>28</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>30</b>



---

## Introducción

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades. Este fenómeno, resultado de la intensificación del efecto invernadero natural, consecuencia de las actividades humanas, se produce debido a la acción de determinados gases en la atmósfera terrestre, conocidos como gases de efecto invernadero (GEI).

Desde fines del siglo XIX, la temperatura media global aumentó 0,6°C, principalmente por la quema de combustibles fósiles, la deforestación y ciertas formas de producción agrícola (MAyDS, 2021). Este incremento ha provocado que los vientos y las corrientes oceánicas modifiquen la distribución del calor alrededor del planeta, alterando los ciclos hidrológicos y generando cambios climáticos significativos. Particularmente para San Miguel de Tucumán, las consecuencias son evidentes: mayor intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos (tormentas fuertes que provocan inundaciones, olas de calor hasta 45 °C de temperatura), afectando la infraestructura urbana y la salud de sus habitantes.

En este marco, la ciudad, al adherirse a la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC) y elaborar su primer inventario de gases de efecto invernadero (IGEI), ha identificado la necesidad crítica de implementar un plan concreto de mitigación para reducir las emisiones de GEI y contrarrestar sus efectos adversos.

El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de la fase de mitigación del Plan Local de Acción Climática (PLAC) de San Miguel de Tucumán, con el continuo asesoramiento y supervisión de la RAMCC, con el objetivo principal de diseñar un conjunto de medidas viables y escalables que permitan disminuir las emisiones en los sectores mencionados en el IGEI.

Si bien existen avances en la cuantificación de emisiones, persiste una brecha significativa en la implementación de acciones concretas, lo que subraya la relevancia de esta práctica profesional.



---

Metodológicamente, el proceso se estructura en etapas que incluyen: la revisión de fuentes de información, la identificación y evaluación comparativa de medidas de mitigación, análisis de aplicabilidad y escalabilidad, el cálculo estimativo de su potencial reducción de GEI y costos asociados, y la integración de estas en el PLAC.

El proyecto combina soluciones técnicas con herramientas que faciliten la toma de decisiones para las autoridades locales, transformando problemas ambientales en oportunidades de desarrollo sostenible y reduciendo impactos económicos, sociales y sanitarios.

## Glosario

- Cambio climático: "Cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables" (CMNUCC, 1992).
- Medidas de mitigación: "Acciones orientadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero responsables del cambio climático, así como medidas destinadas a potenciar, mantener, crear y mejorar sumideros de carbono" (Ley N.º 27.520, 2019).
- Gases de efecto invernadero (GEI): "Componentes gaseosos de la atmósfera, ya sean de origen natural o antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro infrarrojo térmico, contribuyendo al efecto invernadero" (IPCC, 2006).
- Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e): "Unidad que mide el impacto de cada GEI en términos de CO<sub>2</sub>, según su potencial de calentamiento global" (IPCC, 2006).
- Potencial de Calentamiento Global (PCG): "Medida que compara la capacidad de un gas de efecto invernadero para atrapar calor en la atmósfera en relación con el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante un período específico, generalmente 100 años" (IPCC, 2006).



---

## La Secretaría

La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, un área que carecía la Municipalidad hasta octubre de 2023, tiene el objetivo de mejorar la calidad de vida, conservar el ambiente, disminuir las emisiones de GEI y alcanzar el desarrollo sustentable. Para ello, a través de la Dirección de Ambiente, promueve, coordina y supervisa políticas y programas orientados a la protección del ambiente, erradicación de basurales clandestinos, realización de jornadas de educación ambiental, separación de residuos, reciclaje y reutilización.



*Figura 1. Logo de la Municipalidad de San Miguel de Tucumán.*



Figura 2. Organigrama de reparticiones y nombres de la Secretaría.

La Dirección de Ambiente de la Municipalidad de San Miguel de Tucumán ha implementado una serie de programas y proyectos con el objetivo de mejorar la gestión ambiental en la ciudad. Estos programas se enfocan en áreas clave como la gestión de residuos, la transformación de basurales, la educación ambiental y el control ambiental. Entre ellos se destacan:

1. Programa TRANS-FOR-MÁ (Transformación Simbólica de Basurales): un programa que busca erradicar basurales a cielo abierto, transformándolos en espacios de identidad comunitaria y valor simbólico.
2. Programa E-DU-CÁ (Educación Ambiental): Diseñado para promover la conciencia ambiental a través de la educación, este programa se aplica en escuelas y comunidades. Su enfoque incluye valores como la sostenibilidad y el respeto por el medio ambiente.



- 
3. Plan GIRSU: Este plan integral busca mejorar la gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) a través de la erradicación de basurales clandestinos, la promoción de la separación en origen, el reciclaje y la valorización de residuos.
  4. Programa CONTROLÁ: Se enfoca en el control de la gestión de RSU, los ruidos molestos y el control bromatológico para garantizar la seguridad alimentaria.
  5. Programa SE-PA-RÁ: Busca reducir el impacto ambiental mediante la separación en origen y recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos (RSU).
  6. En agosto de 2024, se lanzó la Brigada Ambiental Municipal (BAM), destinada a garantizar el cumplimiento de las políticas públicas ambientales y mejorar la limpieza urbana.
  7. La campaña Neumatón, comenzó en enero de 2025 con el objetivo de recolectar neumáticos en desuso para su correcta disposición y reciclaje, evitando la contaminación y la proliferación de criaderos de mosquitos.
  8. Inventario de Gases de Efecto Invernadero (IGEI) 2023: En 2024 se elaboró el primer IGEI, una herramienta de diagnóstico que mide las emisiones de GEI por sectores con el fin de diseñar estrategias de mitigación y adaptación climática.

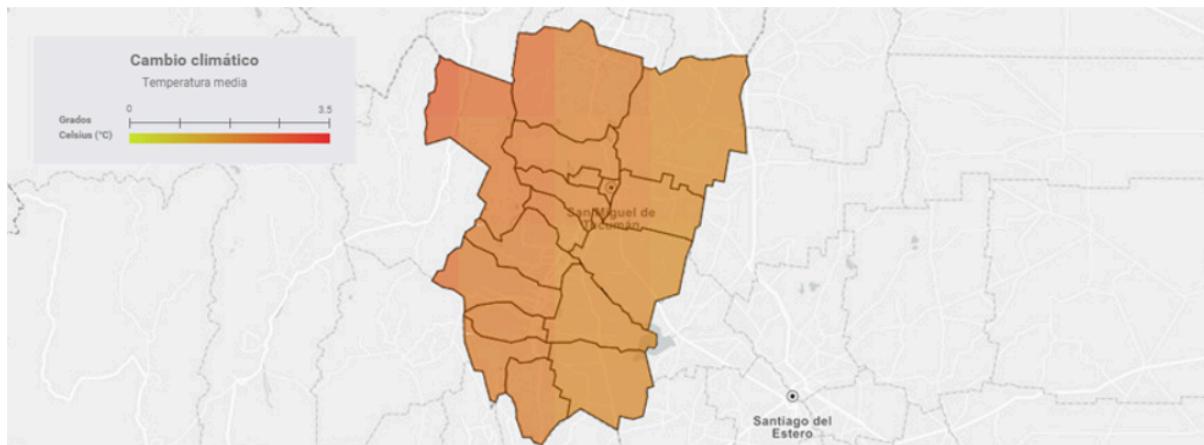
Es importante destacar que la Dirección de Ambiente de la Municipalidad de San Miguel de Tucumán es una repartición relativamente nueva y al momento de iniciar esta práctica profesional, la dotación de personal era limitada, teniendo la mayoría de este abocado a actividades como eco canjes y la ejecución de los programas mencionados. Esta situación generaba una considerable sobrecarga de trabajo para los directores, quienes debían asumir tanto tareas de investigación y desarrollo de nuevas políticas ambientales como las de la supervisión de la ejecución de los programas.

## Diagnóstico del problema

Según proyecciones climáticas, si las emisiones de gases de efecto invernadero continúan reduciéndose moderadamente en las próximas décadas, se espera que la temperatura en la provincia de Tucumán aumente entre 1.8°C y 2.59°C para finales

de siglo. Este escenario considera esfuerzos moderados para disminuir las emisiones, aunque no una reducción drástica.

Se espera una disminución en la cantidad de días con heladas y un aumento en la duración de los períodos de sequía. Las precipitaciones anuales podrían aumentar en algunas zonas de la provincia, pero también se prevé una mayor torrencialidad en la época estival.



*Figura 3. Temperaturas medias a largo plazo.*

Estos cambios intensifican eventos climáticos extremos como inundaciones, sequías, olas de calor, la propagación de enfermedades transmitidas por vectores, la afectación a la producción agrícola, la pérdida de biodiversidad, y el daño a la infraestructura. Esto tiene implicancia directa sobre la ciudad de San Miguel de Tucumán.

Considerando que la Municipalidad firmó un convenio con la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC) y realizó el inventario de Gases de Efecto Invernadero (IGEI), se evidencia la falta de un plan concreto para contrarrestar los efectos del cambio climático en la ciudad y mitigar las emisiones producidas por los sectores del transporte, residuos, energía, entre otros. Es preciso elaborar un plan que plantee acciones concretas para la reducción de estas emisiones, ya que su ausencia impide gestionar adecuadamente los recursos, lo que se traduce en pérdidas económicas y en el desaprovechamiento de oportunidades para el desarrollo sostenible. Como consecuencia, la ciudad se vuelve más vulnerable a los efectos adversos del cambio climático. En este sentido, el



---

incremento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos (inundaciones, olas de calor, etc.) puede causar daños significativos en infraestructuras críticas y en la prestación de servicios básicos, lo cual genera elevados costos en reparaciones y mantenimiento, afectando directamente la economía local. Además, el deterioro de la calidad del aire y del agua, agrava los problemas de la salud pública, especialmente las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, y repercute en la calidad de vida de la población.



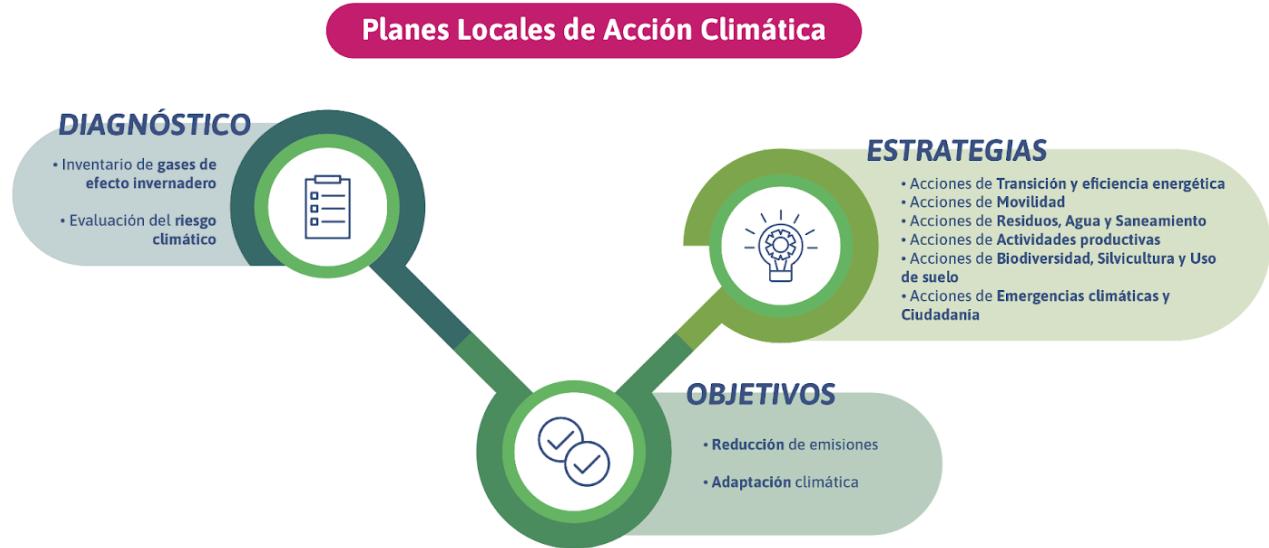
*Figura 4. Logo de la RAMCC.*

La RAMCC es una coalición de municipios y comunas que coordina e impulsa planes estratégicos para hacer frente al cambio climático en Argentina y otros países de América Latina.

## Sobre el presente Plan de Acción Climática y sus ejes de trabajo

El Plan Local de Acción Climática (PLAC) es el documento guía de la política local frente a la problemática del cambio climático, en el que una ciudad establece su hoja de ruta para reducir las emisiones de GEI y reforzar la resiliencia climática en toda la comunidad. Un PLAC es una herramienta importante para impulsar iniciativas mejores, más rápidas y más ambiciosas.

Estos estudios contemplan 3 etapas: etapa de diagnóstico, definición de objetivos y la elaboración de acciones climáticas.



*Figura 5. Estructura general del Plan de Acción Climática.*

Las estrategias del PLAC apuntan a alcanzar dos objetivos principales: la mitigación de los gases de efecto invernadero, basado en el diagnóstico de emisiones del municipio, y la adaptación al cambio climático, en relación con la detección de las principales vulnerabilidades y peligros climáticos.

Los Planes de Acción Climática son herramientas de gestión que deben ser monitoreadas y verificadas periódicamente de forma tal de conocer claramente el grado de avance en las acciones propuestas y las brechas que restan por saldar. Además, pueden y deben ser reformulados a medida que se avanza en el proceso de implementación para ir incorporando modificaciones que reflejen la dinámica municipal, sin perder de vista los objetivos planteados y, en todo caso, haciéndolos más ambiciosos.

## Fase de Mitigación

De la figura 5 los objetivos del Plan Local de Acción Climática son:

- Adaptación climática.
- Reducción de emisiones.



---

Este último es el objetivo de esta práctica profesional a través del desarrollo de la fase de mitigación del PLAC.

Esta es una etapa crucial que busca reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel municipal. Esta fase se estructura en tres componentes principales:

1. **Inventario de Gases de Efecto Invernadero (IGEI):** Consiste en la recopilación y análisis detallado de las fuentes de emisiones dentro del municipio, abarcando sectores como energía, transporte, residuos y actividades industriales.
2. **Definición de Metas de Reducción de GEI:** Basándose en los datos obtenidos del inventario, se establecen objetivos claros y medibles de disminución de emisiones alineados con las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) de Argentina y otros compromisos internacionales, adaptados a las particularidades y capacidades locales.
3. **Planificación e Implementación de Acciones de Mitigación:** Se diseñan e implementan estrategias y proyectos específicos orientados a alcanzar las metas propuestas. Estas acciones pueden incluir la promoción de energías renovables, mejoras en la eficiencia energética, optimización del transporte público, gestión sostenible de residuos y fomento de prácticas industriales limpias.

## Acciones

### Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Para comenzar con el desarrollo de la fase de mitigación se hizo una lectura analítica del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (IGEI). Este fue desarrollado bajo la metodología del Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GPC), que establece dos niveles de reporte: BÁSICO y BÁSICO +.



---

El reporte BÁSICO + es el más abarcativo. En él se incluyen todas las emisiones correspondientes a todos los alcances, aplicados para los sectores de Energía Estacionaria, Transporte, Residuos, Procesos Industriales y Uso de Productos y Agricultura, Silvicultura y Cambio de Uso de Suelo.

El reporte BÁSICO abarca una menor cantidad de emisiones en comparación con el reporte anterior. Aquí solo se toman las emisiones de los sectores de Energía Estacionaria (sin contemplar la generación de la energía eléctrica consumida), Transporte y Residuos (excluyendo aquellas emisiones por residuos generados en otras localidades).

El marco de los alcances divide las emisiones en:

ALCANCE 1: emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de los límites del municipio.

ALCANCE 2: emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de electricidad, calor, vapor y/o refrigeración suministrados en red dentro de los límites de la ciudad.

ALCANCE 3: el resto de las emisiones de GEI que se producen fuera de los límites del municipio, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites.

Reporte Básico

Reporte Básico +

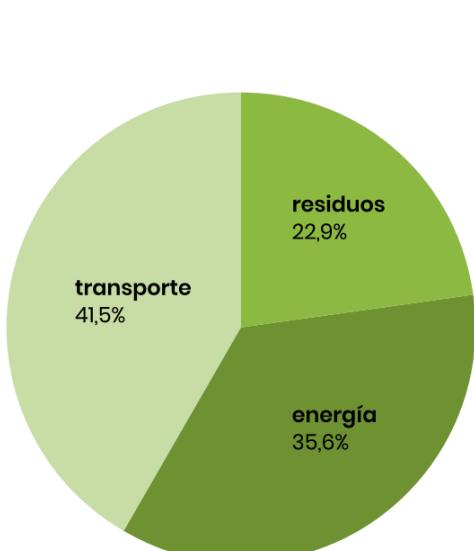


Gráfico 1. Emisiones de San Miguel de Tucumán para el año 2023 por sector (%), de acuerdo con el método de reporte BÁSICO.

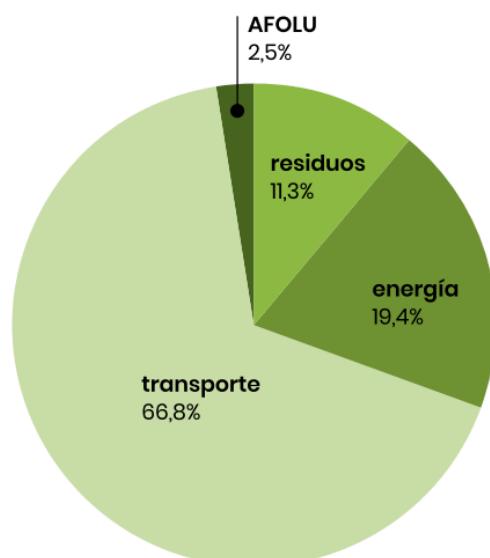


Gráfico 2. Emisiones de San Miguel de Tucumán para el año 2023 por sector (%), de acuerdo con el método de reporte BÁSICO +.

En líneas generales, se considera que los gobiernos locales poseen una mayor capacidad de acción sobre los sectores comprendidos dentro del nivel de reporte básico. Por estas razones, el gobierno local de San Miguel de Tucumán toma como base las emisiones del inventario básico para establecer los objetivos de reducción sobre los cuales definirá la Estrategia de Mitigación.

## Análisis ABC

A partir de los resultados del inventario de GEI puede apreciarse que los sectores más significativos son el transporte, los residuos y la energía. Si se ordenan los subsectores comprendidos dentro del nivel de reporte básico dentro del documento de mayor a menor emisiones y se aplica un análisis ABC:

Tabla 1. Emisiones por subsector y porcentaje acumulado con categorización ABC.

Sector	Subsector	Emisiones (tCO <sub>2</sub> e)	Porcentaje Acumulado	Categoría ABC
Transporte	Terrestre en carretera	668.236,45	41,43%	A
Energía	Edificios residenciales	320.218,26	61,29%	A



Estacionaria				
Residuos	Residuos sólidos	198.785,64	73,61%	B
Residuos	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	168.335,79	84,05%	B
Energía Estacionaria	Industrias de manufactura y construcción	116.668,32	91,28%	B
Energía Estacionaria	Edificios comerciales e institucionales	93.339,72	97,07%	C
Energía Estacionaria	Actividades agrícolas, silvicultura y pesca	37.525,41	99,40%	C
Energía Estacionaria	Emisiones fugitivas del petróleo y gas	4.907,97	99,70%	C
Residuos	Incineración	1.622,68	99,80%	C
Energía Estacionaria	Industrias de energía	1.360,04	99,89%	C
Transporte	Transporte ferroviario	1.289,66	99,97%	C
Energía Estacionaria	Fuentes no especificadas	559,41	100,00%	C
	<b>TOTAL:</b>	<b>1.612.849,36</b>		

El análisis permite identificar los principales subsectores emisores, categorizados como A y B (entre ellos: transporte terrestre, edificios residenciales, residuos sólidos, etc.), los cuales concentran aproximadamente el 91% de las emisiones totales, lo que justifica enfocar esfuerzos en ellos.

Por otro lado, se consideró la realidad específica de San Miguel de Tucumán (SMT) como un municipio que, aunque contribuye a las emisiones de GEI, no representa un generador significativo a escala global. Según el Inventario de Gases de Efecto Invernadero (IGEI) 2023, las emisiones totales de SMT ascienden a 1.612.849,36 tCO<sub>2</sub>e, una fracción mínima frente a los 51.000 millones de tCO<sub>2</sub>e emitidos



---

globalmente en 2023 (IPCC, 2023). Si SMT eliminara el 100% de sus emisiones de un día para otro, el impacto generado sería apenas perceptible (<0.003% de reducción global). Este contexto llevó a priorizar medidas que no solo mitiguen GEI, sino que generen beneficios tangibles para la población local.

## Generación de ideas de mitigación

Para comenzar con el desarrollo de medidas se hizo un brainstorming utilizando inteligencia artificial (Gemini, ChatGPT, Grok, etc.), Google Académico, patentes, etc. con el objetivo de generar ideas de acciones para implementar en los subsectores más significativos identificados en el análisis ABC que sean de naturaleza tecnológica y/o de sensibilización, innovadoras, económicas y de ser posible, que mejoren la calidad de vida de las personas más allá de tan solo reducir emisiones de GEI dentro de los límites de la ciudad. Algunas ideas generadas fueron ampliaciones o variaciones de medidas ya existentes o planificadas.

### Criterios de elección:

- Impacto potencial: Reducción de GEI y co-beneficios.
- Innovación: Incorporación de tecnologías modernas o utilización creativa de tecnologías existentes.
- Costo de implementación: Se priorizaron medidas de bajo costo de aplicación o ahorro a largo plazo.
- Escalabilidad: Proyectos piloto que se puedan ampliar progresivamente.
- Alineación con la realidad local: Adaptabilidad a la infraestructura existente, la densidad poblacional, población, superficie y diversos factores demográficos y geográficos que podrían incidir directamente en la implementación de cada medida.
- Aceptación social:Nivel de apoyo o resistencia de la comunidad.



## Vigilancia tecnológica

Se utilizó la herramienta de vigilancia tecnológica, que consiste en el proceso de monitorear, analizar y anticipar avances tecnológicos, tendencias del mercado, competidores y regulaciones en un sector específico, para cada medida encontrada para determinar sus objetivos, casos de éxito, marco regulatorio, potencial reducción, su aplicabilidad y escalabilidad.

### Definición de objetivos

Se realizó la definición de los objetivos de cada medida, para ello fue necesario distinguirlos entre dos tipos:

- Objetivo principal: La reducción de gases de efecto invernadero.
- Objetivo secundario: Uno o más co-beneficios propio de cada medida.

### Identificación de fuentes de información relevantes

- Antecedentes y experiencias previas: Proyectos pilotos, iniciativas e implementaciones en otras ciudades y lugares del mundo.
- Marco legal y regulatorio: Marcos normativos, leyes y normas técnicas.

### Análisis de aplicabilidad y escalabilidad

Se analizó la aplicabilidad y escalabilidad de cada medida con la vigilancia tecnológica.

Se presenta el uso de esta metodología para desarrollar una medida:

Programa piloto de colectivos a biodiesel (B100) en la capital.

- Objetivos
  - Principal: Adaptar autobuses para operar con biodiesel B100 de AVU, reduciendo hasta 80% de emisiones de GEI frente al diésel convencional.



- 
- Secundarios:
    - Reducir contaminantes atmosféricos (PM, CO, HC) mejorando la calidad del aire.
    - Generar beneficios para la salud pública.
    - Fomentar economía circular mediante reutilización de AVU.
    - Disminuir la dependencia de combustibles fósiles.
    - Servir como caso demostrativo para otras medidas en desarrollo.
  - Antecedentes
    - Programa Ecobus de Tafí Viejo: Demostró viabilidad técnica de motores adaptados a B100 de AVU.
    - Provincia de Santa Fe (desde 2018): Implementación progresiva de B25 y B100 en transporte público de Rosario, expandiéndose posteriormente a toda la flota provincial.
  - Marco Legal
    - Ley 27.640 de Biocombustibles.
    - Normas IRAM 6515-1/02 (especificaciones para biodiesel).
    - Resolución 7/2023 (estándares de emisiones).
  - Escalabilidad
    - Materia Prima Disponible:
      - Aceite de soja.
      - Aceite vegetal usado (AVU).
    - Infraestructura existente:
      - No existen plantas de producción de biodiésel en Tucumán (otra medida podría ser la de construir una planta de biodiésel en San Miguel de Tucumán).

## Cálculo de reducción de gases de efecto invernadero

Para el cálculo de reducción se utilizó la metodología, previamente estudiada, del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] (2006)



---

para cuantificar y categorizar las emisiones de GEI. Para dicho cálculo se utilizaron, más específicamente, como referencia las *Directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* y el *Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria [GPC]* en los cuales, para la mayoría de las fuentes de emisión, se tiene que estimar las emisiones de GEI multiplicando los datos de actividad por un factor de emisión asociado con la actividad que se mide.

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

### Estimación de datos de actividad

Los datos de actividad son una medida cuantitativa de un nivel de actividad que da lugar a emisiones de GEI que tienen lugar durante un período de tiempo determinado (por ejemplo, el volumen de gas utilizado, los kilómetros recorridos, las toneladas de residuos enviados a los vertederos, etc.).

Para estimar los datos de actividad, se aplicaron metodologías específicas a cada medida. En algunos casos, a falta de datos, se analizaron implementaciones existentes y se extrapolaron haciendo distintas suposiciones simplificadoras. Por ejemplo, para la medida de un programa de recolección de aceite domiciliario usado, se tomó como referencia diversos programas en la provincia de Córdoba y Buenos Aires, y se utilizó la relación entre los volúmenes de recolección mensuales y las poblaciones de sus programas para estimar proporcionalmente el volumen de recolección que se podría esperar en esta ciudad, para esto se tomó como supuesto de que la población era única variable que afectaba a los volúmenes recogidos. En otros casos, se dispuso de datos más directos, lo que permitió estimaciones más precisas. Un ejemplo es la instalación de paneles solares, donde las especificaciones técnicas de los propios paneles permitieron calcular directamente los datos de actividad a partir de su capacidad de generación.

Se eligieron estos métodos debido a la frecuente ausencia de datos y falta de transparencia por parte de empresas e instituciones. Esto resultó, en algunos casos,



---

en datos de actividad altamente modelados con numerosos supuestos simplificadores, y por ello, presentan inevitablemente discrepancias respecto a la realidad, generando un margen de error que debe ser reconocido al interpretar los resultados obtenidos.

### Factor de emisión

Un factor de emisión es una medida de la masa de las emisiones de GEI con respecto a una unidad de actividad.

Por ejemplo, la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del uso de la electricidad implica multiplicar los datos en kilovatios·hora (kWh) de electricidad utilizada (dato de actividad) por el factor de emisión (kgCO<sub>2</sub>/kWh) para la electricidad, lo cual dependerá de la tecnología y el tipo de combustible utilizado para generar la electricidad. Según los datos que se dispongan se podrá hacer una estimación de tres niveles distintos:

- Nivel 1: Para aplicar una estimación de emisión de Nivel 1 se requiere lo siguiente para cada categoría de fuente y combustible.
  - Datos sobre la cantidad de combustible quemado en la categoría de fuente.
  - Un factor de emisión por defecto: Los factores de emisión provienen de los valores por defecto suministrados por las Directrices del IPCC junto con el rango de incertidumbre correspondiente.
- Nivel 2:
  - Datos sobre la cantidad de combustible quemado en la categoría de fuente.
  - Un factor de emisión específico del país para la categoría de fuente y el combustible para cada gas
- Nivel 3: Estadísticas del combustible y datos relativos a las tecnologías de combustión aplicados juntamente con los factores de emisión específicos de la tecnología; incluye el uso de modelos y datos de las emisiones del nivel de las instalaciones, si están disponibles.



Para la mayor parte de las medidas se realizaron estimaciones de nivel 1 y 2.

### Potencial de calentamiento global

Una vez calculadas las emisiones de GEI se realiza la conversión de estos a dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{e}$ ) con su potencial de calentamiento global (PCG). Para ello se hace el producto entre la masa del gas y su PCG.

*Tabla 2. Potenciales de calentamiento global: datos condensados de los principales gases contribuyentes.*

Nombre	Fórmula	Valores de PCG en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC ( $\text{CO}_2\text{e}$ )	Valores de PCG en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC ( $\text{CO}_2\text{e}$ )	Valores de PCG en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC ( $\text{CO}_2\text{e}$ )	Valores de PCG en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC ( $\text{CO}_2\text{e}$ )
Dióxido de carbono	$\text{CO}_2$	1	1	1	1
Metano	$\text{CH}_4$	21	23	25	28
Óxido nitroso	$\text{N}_2\text{O}$	310	296	298	265

Por ejemplo, para la conversión de una masa de metano mitigada, se ingresa a la tabla horizontalmente por la casilla de “Metano” y verticalmente por la casilla de “Valores de PCG en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC ( $\text{CO}_2\text{e}$ )” dando como potencial de calentamiento global el valor 28, es decir:

$$\text{Masa } \text{CO}_2\text{e} = \text{Masa } \text{CH}_4 \times 28$$



---

## Cálculo estimativo de costos

Para el cálculo de los costos se utilizaron como referencia otros proyectos o casos llevados a cabo en la vida real, para esto se extrapolaron, de manera análoga a la obtención de los datos de actividad, las características de las ciudades y lugares en cuestión donde se los llevó a cabo. Por ejemplo, para calcular el costo de implementar un servicio de bicicletas públicas en la ciudad, se utilizó como referencia el programa “MiBiciTuBici” de la ciudad de Rosario, para el cual se obtuvo su área de cobertura respecto su superficie total, número de bicicletas y de estaciones. Con estos datos y la superficie de la ciudad de San Miguel de Tucumán, se extrapoló el número de estaciones y bicicletas que se debería adquirir si se quiere obtener el mismo porcentaje de cobertura que el de la ciudad de Rosario.

En otros casos, se dispuso de datos más directos, lo que permitió estimaciones más precisas. Por ejemplo, para la medida de instalar 48 biodigestores comunitarios de 1300L que beneficien 60 familias, aquí bastó con buscar catálogos y precios de biodigestores y obtener el costo para el total.

## Planilla de acciones en conjunto

Se documentaron las medidas en una matriz de acciones con el seguimiento continuo de la RAMCC. Esta matriz organizaba las medidas según el sector de aplicación, su título, la descripción de la acción propuesta, la meta de mitigación establecida, indicadores de monitoreo, áreas de co-beneficio identificadas, los costos estimados anticipados y otros aspectos que se consideran de importancia.



Sector	Eje	Ref	Título	Responsables	Partes involucradas / interesadas		Resumen acción	Meta de mitigación	Meta de adaptación
Transición y eficiencia energética	M	E1	Construir techos verdes en edificios municipales	Municipalidad de San Miguel de Tucumán	Gobierno(s) y/o agencias locales	No hay involucramiento o de partes interesadas.	Instalar techos verdes en las cubiertas de edificios públicos con la finalidad de que la temperatura interior del edificio se mantenga más baja, reduciendo la necesidad de aire acondicionado y ahorrando costos.	Instalar hasta 3.960 m <sup>2</sup> entre 60 edificios municipales, reducir en promedio su consumo eléctrico un 5%, mitigar y compensar aprox. 98 ± 12 tCO <sub>2</sub> e anuales. Disminuir notablemente el exceso de consumo energético en olas de calor/frio y el aumento de costos en sectores vulnerables.	

**Figura 6.1. Detalles de la medida de mitigación de GEI: sector, eje, título, responsables, partes involucradas, resumen de la acción y metas cuantificables (mitigación y adaptación).**

Riesgo que reduce	Perspectiva de Género	Perspectiva de Género: justificación	Año inicio	Indicador de monitoreo	Areas de cobeneficio			Estado de la acción
Los techos verdes son superficies cubiertas con vegetación que ayudan a reducir la temperatura del edificio, absorber el agua de lluvia y mejorar la calidad del aire	No sensible al género	Beneficia a toda la comunidad por igual, sin un enfoque de género específico.	2024	m <sup>2</sup> instalados, kW ahorrados	Reducción de costos	Menor interrupción de las redes de energía, transporte, agua y comunicación	Mayor resiliencia a los impactos y desastres	Estudio de prefactibilidad

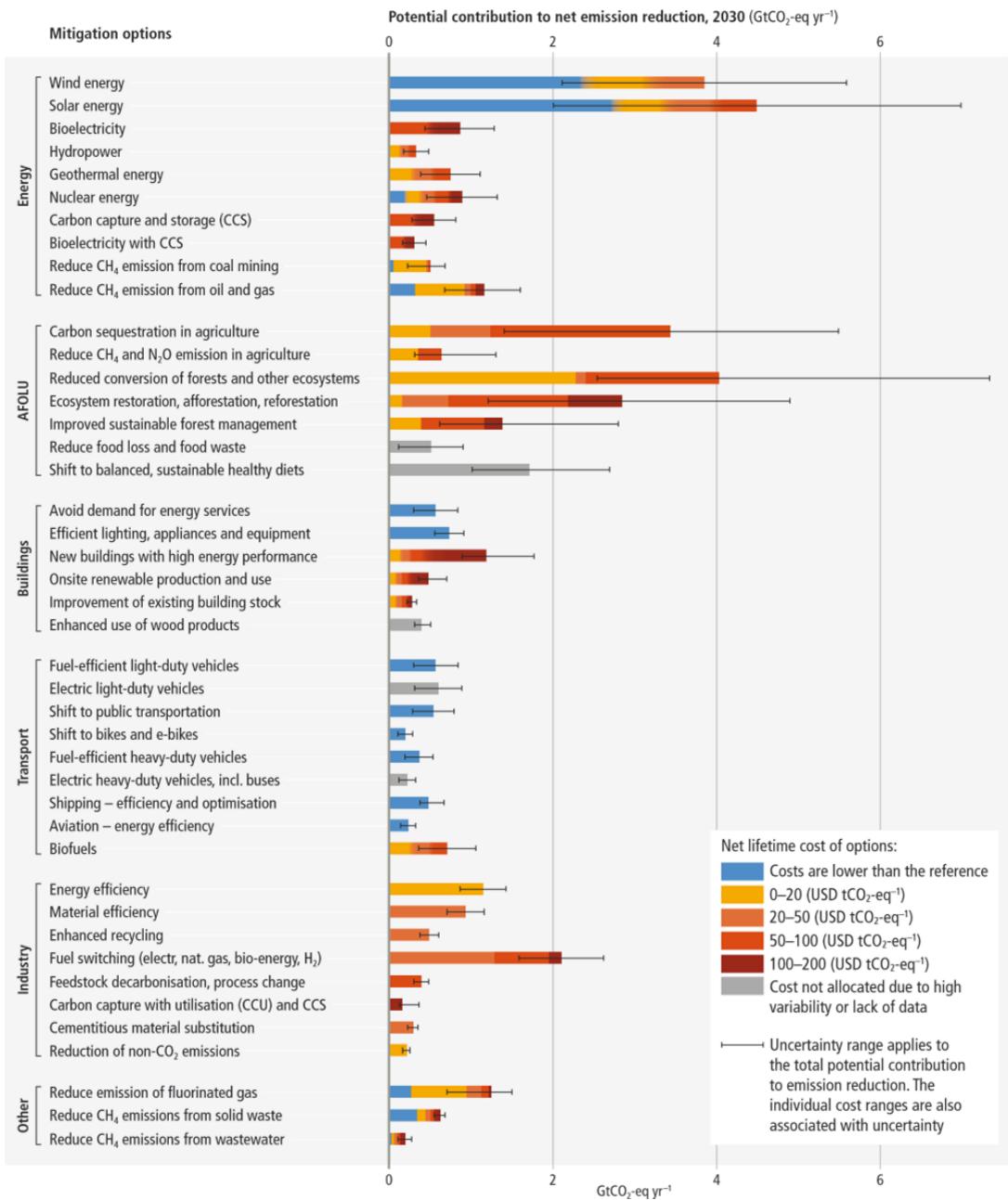
**Figura 6.2. Riesgos mitigados, perspectiva de género, año de inicio, indicadores de monitoreo y áreas de co-beneficio.**

Fuente de financiación	Costo total de la acción (USD)	Porcentaje del presupuesto cubierto por el municipio	Inclusión en el plan de acción climática y/o plan maestro y/o de desarrollo de la jurisdicción
Recursos propios de la jurisdicción	673.000	100%	La acción está incluida en el plan de acción climática y/o plan maestro y/o de desarrollo de la jurisdicción

**Figura 6.3. Fuente de financiamiento, costo total e integración en el plan climático local.**

## Material gráfico

Para la elaboración del material gráfico, se adoptó como referencia una figura proveniente del Sexto Informe de Evaluación del IPCC:



**Figura 7. Descripción general de las opciones de mitigación y sus rangos estimados de costos (USD/año) y potencial contribución a la reducción neta de emisiones (GtCO<sub>2</sub>e/año) para 2030 del IPCC.**

La elección de esta imagen se basó en su capacidad para presentar con claridad distintas medidas (en su caso genéricas), sus respectivas categorías, el potencial de reducción de GEI y los costos asociados, ideal para la toma de decisiones. Utilizando la figura como base, se diseñó el siguiente gráfico de barras en Canva con las medidas particulares desarrolladas:

## Potencial contribución a reducción de GEI

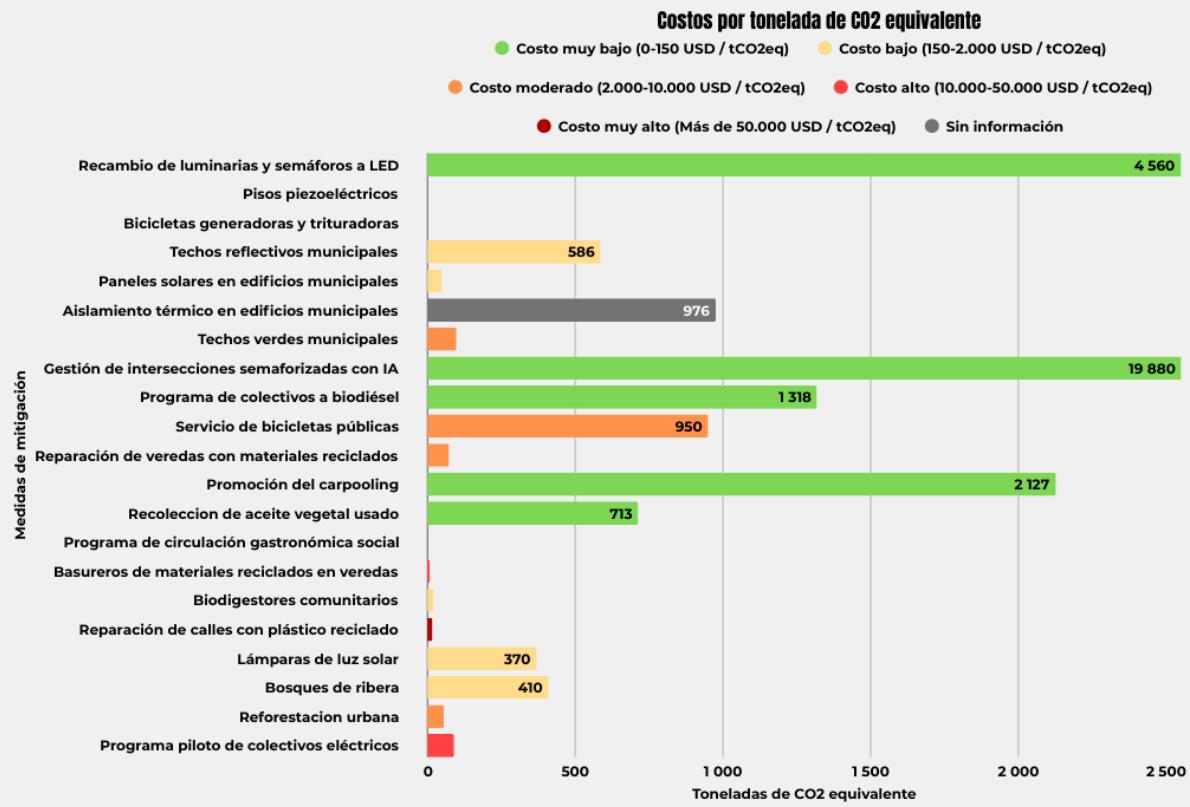


Figura 8. Títulos de las medidas de mitigación, clasificación de sus costos (USD/tCO<sub>2</sub>e) y potencial contribución a la reducción neta de emisiones de GEI (tCO<sub>2</sub>e/año).

### Método de los factores ponderados

Se utilizó este método para complementar el material gráfico, ya que este no brindaba la suficiente información acerca del impacto real de cada medida al no mostrar los co-beneficios de las mismas. Para esto se dividió el método en 5 pasos:

#### Paso 1: Selección de los criterios de evaluación

Se eligieron cinco criterios relevantes para evaluar medidas de mitigación, adaptados del contexto de la guía y enfocados en GEI:

1. Potencial de reducción de GEI: Capacidad de la medida para disminuir las emisiones de GEI.



- 
2. Costo de implementación: Recursos financieros necesarios para llevar a cabo la medida.
  3. Viabilidad técnica: Facilidad de implementación desde un punto de vista técnico.
  4. Aceptación social: Nivel de apoyo o resistencia de la comunidad.
  5. Co-beneficios: Beneficios adicionales (económicos, sociales o ambientales) más allá de la reducción de GEI.

## Paso 2: Asignación de un peso a cada criterio seleccionado

Se asignaron ponderaciones a los criterios según su importancia relativa:

- Potencial de reducción de GEI: 25% (prioridad máxima, ya que es el objetivo principal de la mitigación).
- Co-beneficios: 20% (se consideró importante que generen beneficios tangibles para la población local).
- Costo de ciclo de vida: 20% (resulta lógico implementar las medidas de bajo costo por su evidente rentabilidad, mientras que la implementación de medidas de alto costo requieren un compromiso político significativo).
- Viabilidad técnica: 20% (clave para la ejecución práctica).
- Aceptación social: 15% (relevante para el éxito a largo plazo).

Distribución de pesos:

- Potencial de reducción de GEI: 25% (0.25)
- Co-beneficios: 20% (0.20)
- Costo de ciclo de vida: 20% (0.20)
- Viabilidad técnica: 20% (0.20)
- Aceptación social: 15% (0.15)

Paso 3: Evaluación de cada medida utilizando los criterios seleccionados



---

Se evaluó cada medida con una nota de 1 a 10 por criterio (10 siendo lo mejor).

Ejemplos de evaluación:

Medida: Gestión de intersecciones semaforizadas con IA

- Potencial de reducción de GEI: 10 (depende de la escala, reduce el tiempo de los vehículos en ralentí).
- Co-beneficios: 9 (ahorro en combustible, reducción de accidentes).
- Costo de ciclo de vida: 10 (ahorro a largo plazo, Google ofrece su IA de gestión de intersecciones de forma gratuita).
- Viabilidad técnica: 8 (tecnología madura, la sincronización semafórica la hace manualmente un operario con la información obtenida por la IA).
- Aceptación social: 8 (bien recibida al reducir la congestión vehicular).

Paso 4: Cálculo de la nota final a cada medida evaluada

Se calculó la nota final multiplicando la nota de cada criterio por su peso (en decimales) y sumando los resultados.

Medida: Gestión de intersecciones semaforizadas con IA

- Potencial de reducción de GEI:  $10 \times 0.25 = 2.5$
- Co-beneficios:  $9 \times 0.20 = 1.8$
- Costo de implementación:  $10 \times 0.20 = 2$
- Viabilidad técnica:  $8 \times 0.20 = 1.6$
- Aceptación social:  $8 \times 0.15 = 1.2$

$$\text{Nota final: } 2.5 + 1.8 + 2 + 1.6 + 1.2 = 9.1$$

Paso 5: Elaboración de una tabla

El último paso consistió en elaborar una tabla que permitiera visualizar todos los pasos anteriores.



*Tabla 3. Método de los factores ponderados de medidas de mitigación de GEI en función de cinco criterios: potencial de reducción de GEI, co-beneficios, costo de ciclo de vida, viabilidad técnica y aceptación social.*

Criterios de evaluación	Potencial de reducción de GEI		Co-beneficios		Costo de ciclo de vida		Viabilidad técnica		Aceptación social		
Peso del Criterio	Nota	Ponderación	Nota2	Ponderación2	Nota3	Ponderación3	Nota4	Ponderación4	Nota5	Ponderación5	Nota Final
Gestión de intersecciones semaforizadas con IA	10	2,5	9	1,8	10	2	8	1,6	8	1,2	9,1
Promoción del carpooling	10	2,5	8	1,6	8	1,6	10	2	9	1,35	9,1
Modernización a LED de luminarias y semáforos	10	2,5	7	1,4	10	2	9	1,8	6	0,9	8,6
Instalación de lámparas de luz solar en zonas vulnerables	3	0,8	10	2	8	1,6	9	1,8	10	1,5	7,7
Reparación de calles con plástico reciclado	1	0,3	9	1,8	10	2	8	1,6	10	1,5	7,2
Programa de circulación gastronómica	1	0,3	10	2	8	1,6	9	1,8	10	1,5	7,2
Ecocanje por cargas en la tarjeta SUBE	1	0,3	9	1,8	7	1,4	10	2	10	1,5	7,0
Aislamiento térmico en edificios municipales	7	1,8	6	1,2	10	2	6	1,2	5	0,75	6,9
Servicio de bicicletas públicas	7	1,8	10	2	1	0,2	8	1,6	9	1,35	6,9
Recolección de aceite domiciliario usado	3	0,8	8	1,6	5	1	10	2	8	1,2	6,6
Techos reflectivos municipales	4	1,0	5	1	10	2	8	1,6	5	0,75	6,4
Reforestación urbana	1	0,3	9	1,8	6	1,2	9	1,8	8	1,2	6,3
Veredas de materiales reciclados	1	0,3	10	2	4	0,8	7	1,4	10	1,5	6,0
Biodigestores comunitarios	1	0,3	8	1,6	7	1,4	7	1,4	8	1,2	5,9
Bosques de ribera	3	0,8	9	1,8	4	0,8	7	1,4	7	1,05	5,8
Instalación de basureros de materiales reciclados	1	0,3	8	1,6	6	1,2	7	1,4	7	1,05	5,5
Programa piloto de biobuses (biodiesel)	2	0,5	2	0,4	10	2	9	1,8	6	0,9	5,6
Panels solares en techos municipales	1	0,3	2	0,4	9	1,8	8	1,6	5	0,75	4,8
Bicicletas estáticas generadoras de electricidad y trituradoras de plástico	1	0,3	2	0,4	8	1,6	7	1,4	7	1,05	4,7
Construcción de biciendas y ciclovías	1	0,3	8	1,6	2	0,4	5	1	8	1,2	4,5
Techos verdes municipales	1	0,3	1	0,2	2	0,4	3	0,6	4	0,6	2,1



*Tabla 4. Escala de evaluación cualitativa utilizada para asignar notas a cada criterio dentro del análisis ponderado de medidas de mitigación de GEI.*

Nota	Potencial de reducción	Co-beneficios	Costo de ciclo de vida	Viabilidad técnica	Aceptación social
10	Notable reducción de emisiones de GEI	Notable mejora en la calidad de vida de los vecinos	Ahorro a largo plazo	Alta viabilidad	Gran aceptación
9			Bajo costo		Buena aceptación
8			Costo moderado	Viabilidad moderada	Socialmente irrelevante
7	Moderada reducción de emisiones de GEI	Moderada mejora en la calidad de vida de los vecinos	Alto costo	Baja viabilidad	Resistencia a la medida
6					
5	Leve reducción de emisiones de GEI	Leve mejora en la calidad de vida de los vecinos			
4					
3					
2					
1					

## Documento final del Plan Local de Acción Climática

Las medidas desarrolladas y su respectivo material gráfico fueron incorporadas en el documento final del Plan Local de Acción Climática (PLAC). Estas fueron organizadas en diversas tablas que incluyen información detallada sobre los costos estimados de implementación, el potencial de reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) expresado en toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, así como indicadores específicos para el seguimiento y evaluación de su efectividad.

Un aspecto importante de la presentación de estas medidas es su jerarquización, la cual permite visualizar claramente qué iniciativas ofrecen mayor impacto en términos de mitigación climática en relación con su inversión requerida.



Tabla 5. *Medidas frente al Cambio Climático del PLAC.*

Nº	Título	Descripción	Área responsable	TnCo <sub>2</sub> e evitadas	Estado de la medida	Riesgo que reduce	Perspectiva de género	Sinergia
1	Servicio Bicicletas Públicas	Implementar un sistema de bicis públicas estilo "BA Ecobici" que cuente con estaciones, bicicletas y una app de viajes en bicicleta.	Municipalidad de San Miguel de Tucumán	950	Estudio preliminar	Reducción del riesgo de accidentes de tránsito, demoras, colas y emisión de contaminantes a la atmósfera.	Transformadora de Brecha de Género	
2	Gestión de intersecciones semaforizadas con IA	Implementar el Proyecto Green Light de Google integrado con la aplicación de navegación Waze o Google Maps para obtener información del tráfico en tiempo real y optimizar la gestión de intersecciones .	Municipalidad de San Miguel de Tucumán	19.880	Estudio preliminar	Reducción del riesgo de accidentes de tránsito, demoras, colas y emisión de contaminantes a la atmósfera.	No sensible al género	



...	...	...	...	...	...	...	...	...
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabla 6. Indicadores de monitoreo de las acciones del PLAC.

Medida	Indicador de monitoreo
Gestión de intersecciones semaforizadas con IA	n° intersecciones con semaforización inteligente implementada
Servicio de bicicletas públicas	n° estaciones y bicicletas adquiridas, n° usuarios.
...	...

Tabla 7. Presupuesto de las acciones de mitigación del PLAC.

Acción	Monto total (USD)	Monto aportado por el municipio	Monto ya ejecutado / por ejecutar	Possible fuente de financiamiento externo
Gestión de intersecciones semaforizadas con IA	5.200	100%	0	-
Servicio de bicicletas públicas	8.600.000	0%	0	Empresas privadas de micromovilidad
...	...	...	...	...
<b>TOTAL</b>	...			



## Resultados

Como resultado de esta práctica profesional se dispondrá de un Plan Local de Acción Climática (PLAC) para San Miguel de Tucumán en el marco de la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC), lo cual generará importantes beneficios para la ciudad. Este plan permitirá alcanzar una reducción cuantificable de emisiones de gases de efecto invernadero, estableciendo metas precisas en sectores prioritarios como transporte, energía y residuos.

Asimismo, el PLAC fortalecerá significativamente la resiliencia climática de la ciudad mediante estrategias de adaptación a eventos extremos. Estas medidas brindarán protección a la infraestructura crítica y reducirán considerablemente los costos asociados a daños climáticos.

La ausencia del PLAC impediría capitalizar oportunidades clave para el desarrollo sostenible, experimentando el mismo deterioro progresivo de la calidad de vida a la que se veía sometida la población local antes de la realización del plan.

## Conclusiones

El presente trabajo, desarrollado a lo largo de varios meses, ha permitido identificar que San Miguel de Tucumán se presenta en una etapa inicial en materia de políticas ambientales en comparación con otros centros urbanos de relevancia nacional como Córdoba, Rosario, Mendoza o la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Si bien se evidencia un compromiso significativo por parte de las autoridades actuales y, particularmente, de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, es necesario reconocer la existencia de una brecha considerable entre la configuración urbana actual y el modelo de ciudad resiliente al que se aspira.

Esto se debe a múltiples factores, entre los que destacan la insuficiente priorización histórica de la dimensión ambiental en la planificación urbana, la falta de educación ambiental y las costumbres negativas de la población local. Además, se observa que diversas oportunidades para implementar iniciativas de desarrollo sostenible no



---

fueron capitalizadas oportunamente, lo que ha generado un atraso acumulado en la infraestructura verde, la gestión de residuos, la eficiencia energética y otros indicadores ambientales clave.

No obstante, es importante destacar que esto no constituye una imposibilidad sino una oportunidad para reorientar la trayectoria de desarrollo urbano. La reciente adhesión a la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático y la elaboración del inventario de Gases de Efecto Invernadero representan hitos significativos que marcan el inicio de un proceso de transformación hacia un paradigma de gestión ambiental más integrado y eficaz.

En conclusión, San Miguel de Tucumán se encuentra en un punto de inflexión que requiere la profundización y aceleración de las políticas ambientales actuales. El desafío consiste en consolidar este compromiso institucional emergente mediante la asignación de recursos adecuados, el fortalecimiento de capacidades técnicas locales y la articulación efectiva de acciones entre los distintos niveles de gobierno y actores de la sociedad civil, con miras a construir una ciudad más sostenible, equitativa y adaptada a los desafíos ambientales contemporáneos.

## Bibliografía

Argentina. (2022). Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.  
[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pnaymcc\\_2022\\_-\\_vf\\_resol.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pnaymcc_2022_-_vf_resol.pdf)

Fundación Friedrich Ebert (FES). (s.f.). Planes Locales de Acción Climática: Guía para municipios.  
<https://library.fes.de/pdf-files/bueros/argentinien/15537.pdf>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases



---

de efecto invernadero.

<https://www.ipcc-nrgip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2023). Climate Change 2023: AR6 Synthesis Report.  
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

Municipalidad de San Miguel de Tucumán. (2023). Informe del primer año de gestión.

<https://drive.google.com/file/d/1tHQ3fpvuQ9oNt6pGXdM-fvKAVlezLp7r/view>

Municipalidad de San Miguel de Tucumán. (2023). Inventario de Gases de Efecto Invernadero 2023.

<https://smt.gob.ar/storage/tramites-items-notas/January2025/ASB9o6jwAlJTst4nifJz.pdf>

Municipalidad de San Miguel de Tucumán. (2024). Plan Rector 2023-2030.  
<https://smt.gob.ar/storage/tramites-items-notas/August2024/HHoLo7LQKnsFCvzVv3qn.PDF>

Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC). (s.f.). Plan Local de Acción Climática (PLAC). <https://www.ramcc.net/plac.php>

Secretaría de Estado de Medio Ambiente de Tucumán. (2023). Informe preliminar: Plan de Respuesta al Cambio Climático Tucumán.

World Resources Institute (WRI) & World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). (2022). Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC).  
[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHGP\\_GPC%20%28Spanish%29.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf)

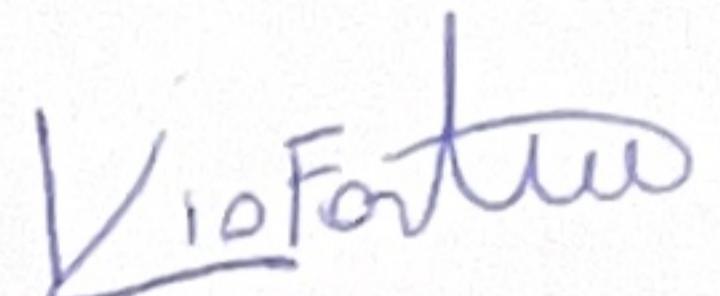


## CERTIFICADO DE PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Mediante la presente certifico que Giuliano Alessandro Dall'Agata, DNI N° 44.703.218, estudiante de la carrera de ING. INDUSTRIAL de la FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIA de la U.N.T, desempeñó y desarrolló satisfactoriamente las tareas programadas en su plan de trabajo para el Desarrollo de la fase de mitigación del Plan Local de Acción Climática de San Miguel de Tucumán.

La misma fue efectuada y concluida en el periodo comprendido desde el día 01/12/2024 hasta el 21/03/2025, cumplimentando un total de 200 hs.

Se expide el presente para ser presentado en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, a los 16 días del mes de abril de 2025.



Lic. KIYOSHI FORTUNA  
DIRECTOR DE AMBIENTE  
SECRETARIA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE  
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

FICHA DE EVALUACION DE LAS PRACTICAS PROFESIONALES SUPERVISADAS		
<b>Carrera Ingenieria Industrial - Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologia - UNT</b>		
Nombre y apellido del alumno : Giuliano Dall' Agata		
Responsable de llenar encuesta: Lic. Kiyoshi Fortuna		
Función que ocupa en la municipalidad: Director de Ambiente		
Periodo: 1/12/2024		
Municipalidad de San Miguel de Tucumán		
Por favor califique cada uno de los criterios indicandolo con una X en el casillero que corresponda		
Nivel de conocimientos generales científicos y técnicos	<input checked="" type="checkbox"/>	A – Excelentes en relación a la tarea que desarrolló
	<input type="checkbox"/>	B – Muy buenos
	<input type="checkbox"/>	C - Suficientes
	<input type="checkbox"/>	D - Imperfectos
	<input type="checkbox"/>	E – Notablemente insuficientes
Calidad del trabajo desarrollado	<input checked="" type="checkbox"/>	A – Trabajo excelente, con profundidad de conocimientos. Aptitudes para convertirse en un buen ingeniero
	<input type="checkbox"/>	B – Trabajo Muy bueno
	<input type="checkbox"/>	C – Trabajo conveniente
	<input type="checkbox"/>	D – Trabajo superficial
	<input type="checkbox"/>	E – Trabajo insuficiente para un futuro ingeniero
Autonomía e iniciativa	<input checked="" type="checkbox"/>	A – Muy autónomo. Toma muchas iniciativas por si mismos
	<input type="checkbox"/>	B – Autónomo. Toma algunas buenas iniciativas
	<input type="checkbox"/>	C – Tiene siempre necesidad de ser orientado
	<input type="checkbox"/>	D – Asume pocas responsabilidades
	<input type="checkbox"/>	E – Toma iniciativas erróneas
Sociabilidad y espíritu de colaboración	<input type="checkbox"/>	A – Espíritu de colaboración excepcional
	<input checked="" type="checkbox"/>	B – Siempre está dispuesto a analizar una sugerencia o a ayudar a los otros
	<input type="checkbox"/>	C – Buena con sus superiores o el personal
	<input type="checkbox"/>	D – Exceso de timidez ó reserva convirtiendo los contactos difíciles
	<input type="checkbox"/>	E – Contactos con sus superiores o el personal a veces conflictivos
Presencia - Actividad	<input checked="" type="checkbox"/>	A – Extremadamente responsable frente a su trabajo . No duda de ubicarlo prioritario frente a sus intereses personales
	<input type="checkbox"/>	B –Respeta los horarios. Es trabajador
	<input type="checkbox"/>	C – Entrega el trabajo esperado
	<input type="checkbox"/>	D – Poco responsable en el trabajo. Debilidades en el cumplimiento del horario de trabajo.

Informe escrito (Calidad científica antes de la corrección )	<input checked="" type="checkbox"/>	A – El informe tiene una muy buena calidad científica
	<input type="checkbox"/>	B - El informe tiene una buena calidad científica
	<input type="checkbox"/>	C - El informe contiene algunos errores menores
	<input type="checkbox"/>	D - El informe contiene errores graves
	<input type="checkbox"/>	E - El informe contiene muchos errores
Informe escrito (Claridad, pedagogía )	<input checked="" type="checkbox"/>	A – El informe es muy claro y bien organizado
	<input type="checkbox"/>	B – El informe es claro y bien presentado
	<input type="checkbox"/>	C – El informe es comprensible y bien presentado
	<input type="checkbox"/>	D - El informe es poco comprensible y mal presentado
	<input type="checkbox"/>	E - El informe es incomprensible y su presentación no es aceptable
Informe escrito (Respecto a las normas de la Empresa)	<input checked="" type="checkbox"/>	A –El informe se corresponde perfectamente con lo que la empresa espera. El podrá ser comunicado al seno de la misma con un mínimo de correcciones
	<input type="checkbox"/>	B - El informe se corresponde con lo que la empresa espera. El podrá ser comunicado al seno de la misma luego de hacer algunas correcciones
	<input type="checkbox"/>	C - El informe se corresponde parcialmente con lo que la empresa espera. El deberá hacerse nuevamente antes de ser comunicado al seno de la misma
	<input type="checkbox"/>	D - El informe no se corresponde con lo que la empresa espera. El no puede ser comunicado en el seno de la empresa
Apreciación general		
Comentarios que podrían ayudarnos a mejorar nuestros egresados:		
Fecha:	25/04/25	Firma del Tutor institucional: 