

INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO

CIUDAD DE ROSARIO - ARGENTINA

Bajo Protocolo Global para
Inventarios de Gases de Efecto Invernadero
a Escala Comunitaria - Año base 2014



UNR Universidad Nacional de Rosario



Índice

Introducción	3
La ciudad de Rosario	5
Definición del límite del inventario	5
Gases de Efecto Invernadero	8
Fuentes de Gases Efecto Invernadero	9
Niveles de reporte	10
Sectores y subsectores	10
Gestion de calidad y verificación de inventario	11
Metodología de recolección y preparación de datos	13
Resultados	21
Comparación de resultados obtenidos con otros Inventarios.	29
Anexos	32
Créditos	43
Agradecimientos	44

Cambio Climático es el nombre dado por la comunidad científica al incremento gradual de la temperatura de la superficie terrestre que se viene registrando desde la revolución industrial. En particular, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término «cambio climático» para referirse únicamente al cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables. La actividad humana, a través de la emisión de gases de efecto invernadero, es responsable de gran parte del incremento observado en la temperatura superficial media global desde la Revolución industrial al presente.¹

Las ciudades son parte del desafío global del cambio climático, como una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero y por consiguiente de oportunidades para soluciones climáticas innovadoras. Se calcula que el 70 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía provienen de las ciudades, un número que probablemente seguirá aumentando, ya que dos tercios de todas las personas se espera que vivan en áreas urbanas a mediados de siglo. Al mismo tiempo, las ciudades están diseñando e implementando soluciones innovadoras para mitigar el cambio climático, promoviendo el desarrollo sostenible y aumentando la resiliencia frente al cambio climático, al tiempo que se reducen las emisiones. Por otra parte, para tener el máximo impacto global, los líderes municipales necesitan un estándar para medir sus emisiones e identificar las formas más efectivas de mitigarlas, de manera comparable y unificable con otras ciudades del mundo.²

La ciudad de Rosario lleva un camino recorrido en términos de planificación, avances y desafíos vinculados al cuidado del ambiente, en el que ha demostrado su compromiso para mitigar los factores que contribuyen al cambio climático, implementando desde hace años, políticas públicas en materia de movilidad, residuos sólidos urbanos y energía. Algunos ejemplos son: la construcción de 120 km de senderos exclusivos para bicicletas, el sistema de bicicletas públicas Mi bici – Tu bici, la instalación de paneles fotovoltaicos, calefones solares y recambio de luminarias a tecnología Led en diversos ámbitos de la ciudad, posicionando a Rosario como el primer municipio del país que genera energía renovable y la inyecta a la red pública, de acuerdo al protocolo de interconexión de la Empresa Provincial de la Energía. En cuanto a la gestión de residuos sólidos urbanos, desde 1994 se encuentra en funcionamiento el programa de separación de materiales reciclables (Programa Separe), a partir del año 2001 se comenzó con la contenerización de la ciudad, cubriendo al día de hoy casi la totalidad de la misma, también, Rosario cuenta con sistemas de recolección diferenciada para materiales de gran tamaño y restos verdes y como parte de la gestión integral de residuos domiciliarios- Se encuentra en funcionamiento desde el año 2013 la planta de tratamiento y compostaje Bella Vista, la misma procesó un promedio de 120 toneladas de residuos por día en el año 2016.

Como proyectos a desarrollar en los próximos años se desatacan, la ampliación de la planta de compostaje existente, permitiendo la elaboración de biogás y mayor capacidad de procesamiento, la modificación del sistema de transporte urbano de pasajeros, con la implementación de nuevas unidades más eficientes que las existentes, aplicación de líneas de transporte urbano eléctricas, entre otras.

Todas estas iniciativas se encuentran enmarcadas en el Plan Ambiental Rosario, un documento que plantea las políticas ambientales para la ciudad, que fue elaborado de manera participativa durante el año 2015, con el aporte de múltiples actores de la comunidad, y que incluye entre sus ejes, los de residuos, movilidad, cambio climático y energía y ciudadanía ambiental.

Como continuidad de los planes de acción mencionados anteriormente desde la Municipalidad de Rosario, a través de la Secretaría de Ambiente y Espacio Público y bajo la responsabilidad de la Dirección de Innovación y Calidad Ambiental se impulsó la elaboración del inventario de gases de

¹http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf

²GPC Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories. Fuente: www.ghgprotocol.org/city-accounting

efecto invernadero de la ciudad. Para esto, se firmaron convenios de colaboración con tres universidades de la ciudad para incluirlas en el desarrollo del proyecto. De esta manera, representantes de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), de la Universidad Católica Argentina (UCA) y de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rosario (UTN-FRRO) participaron del inventario de Gases de Efecto Invernadero.

La ciudad de Rosario, se encuentra adherida al Compact of Mayors (CoM), o Compromiso de Alcaldes, una iniciativa que busca trabajar en cooperación entre las ciudades para afrontar el desafío del cambio climático. Adherirse al CoM significa tomar el compromiso de cumplir con los requerimientos del acuerdo, los cuales se agrupan en cuatro fases: Compromiso, Medición, Definición de Objetivos y Definición del Plan de acción. La elaboración del inventario corresponde a la fase 2.



Ilustración 1: Fases del Compromiso de Alcaldes³

El inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se realizó siguiendo la metodología del Protocolo Mundial para los Inventarios Comunitarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (en adelante GPC). El mismo ofrece a las ciudades y gobiernos locales un marco robusto, transparente y aceptado a nivel mundial para identificar, calcular y reportar periódicamente los gases de efecto invernadero de la ciudad. Esto incluye las emisiones emitidas dentro de los límites de las ciudades, así como las que se producen fuera de ellas como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de la ciudad.

La elaboración del presente inventario sienta las bases para el plan de acción climática de la ciudad de Rosario, cuyas medidas impactarán en el cambio climático, y en la calidad de vida urbana de la ciudadanía.

La ciudad de Rosario

La ciudad de Rosario está situada en el sur-este de la provincia de Santa Fe, República Argentina. Es la más

³ Compact of Mayors

poblada de la provincia de Santa Fe, ocupa una superficie total de 178,69 Km², de la cual se encuentra urbanizada 120,37 km². La ciudad está integrada por 8.271 manzanas (considerando una manzana la superficie rodeada por calles u otras manzanas) y 15.863 cuadras.⁴

El clima está catalogado como templado pampeano, su configuración, es templado-húmedo. La proximidad a grandes cursos de agua como el río Paraná, produce efectos que atemperan las temperaturas extremas. Las mayores temperaturas se registran en los meses de noviembre a marzo, con una temporada fría en invierno entre junio y julio, variando la temperatura media del aire entre 11,7°C y 26,3°C. Las precipitaciones son mayores en el semestre cálido (octubre-marzo) que en el semestre frío (abril-septiembre), determinándose un régimen que fluctúa entre 800 y 1.000 mm anuales.⁵

Definición de límite de inventario

Para la elaboración del inventario de gases de efecto invernadero, se definió en primer lugar el límite del mismo. Esto identifica: el área geográfica, período de tiempo, gases de efecto invernadero y fuentes de emisión cubiertas por el inventario.

Período de tiempo – Definición temporal del estudio

El año seleccionado para la elaboración del inventario de Gases de Efecto Invernadero de la ciudad de Rosario es el 2014, el mismo fue un año típico dentro del desarrollo de las actividades de la ciudad.

El inventario se desarrolló contemplando las emisiones producto de las actividades de la ciudad durante el año calendario que inició el 01/01/2014 y finalizó el 31/12/2014.

Área geográfica

El área geográfica está determinada por el límite físico de la ciudad de Rosario. Ver Ilustración 3: Mapa de la ciudad de Rosario

En la Tabla 1: Información básica de la ciudad de Rosario. Año 2014, se presenta un resumen de la información básica sobre distintos aspectos de la ciudad de Rosario

Límite del inventario	Información de la ciudad
Nombre de la ciudad	Rosario
País	Argentina
Año del inventario	2014

⁴Fuente: www.rosario.gov.ar

⁵ Servicio Meteorológico Nacional, SMN, 2014

Límite geográfico	<ul style="list-style-type: none"> • Este: Río Paraná • Norte: Las localidades de Granadero Baigorria e Ibarlucea • Oeste: Las localidades de Funes y Pérez • Sur: Las localidades de Soldini, Piñeiro y Villa Gobernador Gálvez.
Área (Km2)	178,69
Población residente	948.312 (Censo 2010) 964.833 (Estimado 2014)
PBI (U\$S)	22.470.855.000
Clima	Templado pampeano
Otra información	<ul style="list-style-type: none"> • Latitud: Paralelo 32° 52' 18" Sur y 33° 02' 22" Sur. • Longitud: Meridiano 60° 36' 44" Oeste y 60° 47' 46" Oeste. • Altitud sobre el nivel del mar: Oscila entre los 22,5 y 24,6.

Tabla 1: Información básica de la ciudad de Rosario. Año 2014



Ilustración 2: Mapa de la ciudad de Rosario
Fuente: www.rosario.gov.ar

Gases de Efecto Invernadero

La absorción de energía por un determinado gas, tiene lugar cuando la frecuencia de la radiación electromagnética es similar a la frecuencia vibracional molecular del gas. Cuando un gas absorbe energía, esta se transforma en movimiento molecular interno que produce un aumento de temperatura. La atmósfera es un fluido constituido por diferentes tipos de gases y cada uno de ellos se comporta de manera diferente, de manera tal, que la energía absorbida la efectúan selectivamente para diferentes longitudes de onda.⁶

El efecto invernadero es el proceso que se da en la atmósfera en el cual los gases presentes en ella absorben la radiación infrarroja proveniente de la Tierra, parte de esta radiación es emitida al espacio y otra es irradiada nuevamente a la superficie, este fenómeno es fundamental para mantener la vida en la Tierra ya que permite al planeta almacenar energía más cerca de su superficie proporcionando una fuente de energía adicional a la radiación solar directa.

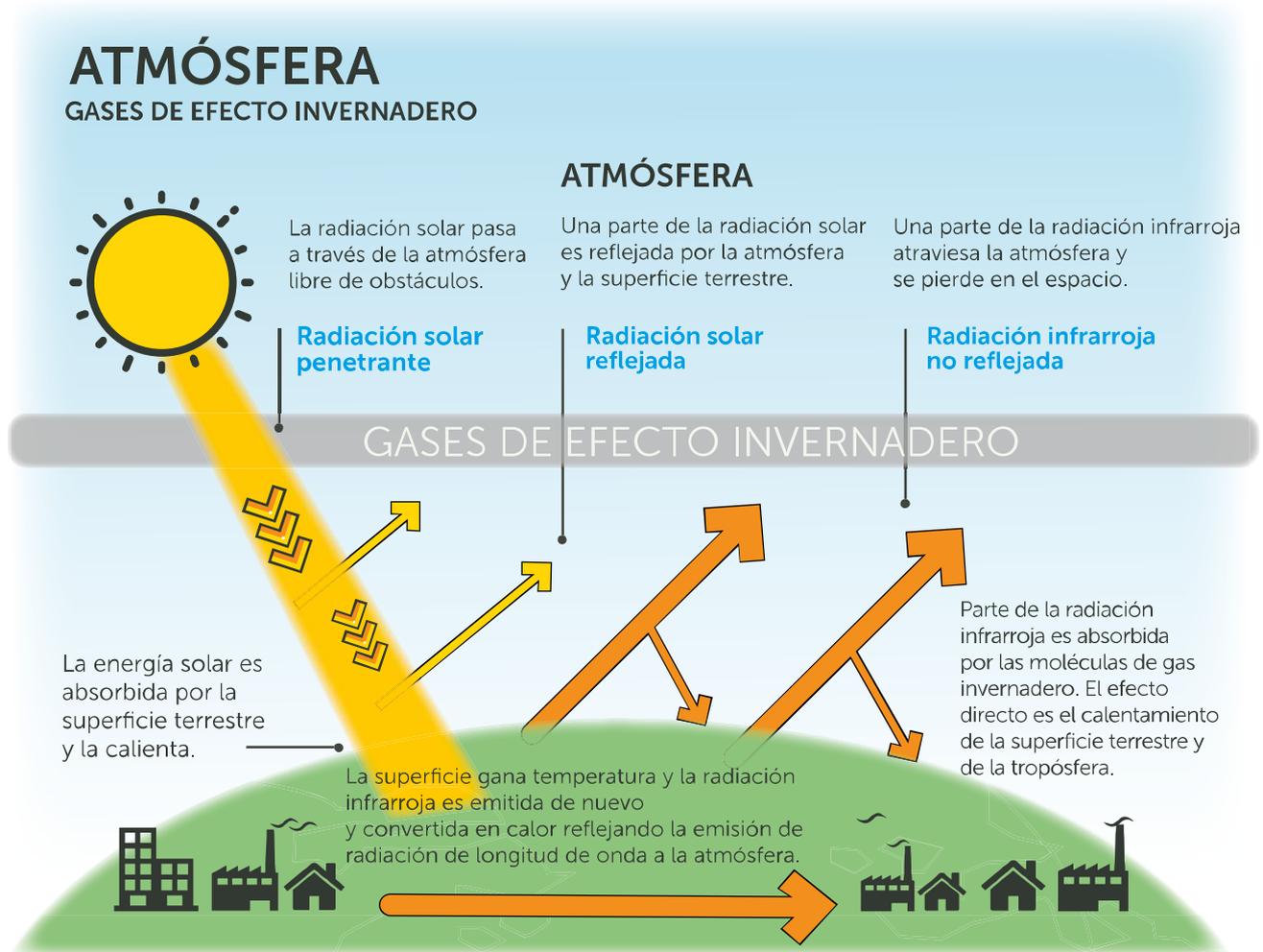


Ilustración 3: Efecto invernadero

Los gases que se encuentran naturalmente en la atmósfera y forman parte de este proceso son el

⁶Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM Diciembre 2007 .

vapor de agua (H₂O_(v)), dióxido de carbono (CO₂), ozono (O₃), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), a ellos se le adicionan los hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), el hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃) que tienen origen antropogénico. El GPC incluye el reporte de los siete gases que se encuentran regulados bajo el Protocolo de Kyoto CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆ y NF₃. Cada uno de ellos contribuye al efecto invernadero en diferente medida, para unificar los datos se ha definido un índice llamado Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) o Global Warming Potentia (GWP), éste toma como referencia la tonelada equivalente de CO₂ y otorga el potencial de calentamiento a 100 años por tonelada de GEI, por ejemplo el metano posee un PCA de 21, queriendo esto decir que cada tonelada de metano emitida se considera con un potencial de calentamiento a 100 años equivalente a 21 toneladas de CO₂.

Para la elaboración del inventario de la ciudad de Rosario se tuvieron en cuenta los siguientes gases de efecto invernadero, debido a que los factores de emisión de los gases restantes (HFCs, PFCs, SF₆ y NF₃) para las fuentes de energías utilizadas en la ciudad son despreciables:

Dióxido de carbono (CO₂)
 Metano (CH₄)
 Óxido nitroso (N₂O)

Fuentes de emisión de gases efecto invernadero

Las actividades de una ciudad pueden generar emisiones de GEI que ocurren dentro del límite de la ciudad o fuera del mismo, la definición de cada uno de los alcances que tienen estas emisiones se presentan en la **Tabla 2:** Definición de los alcances definidos según el GPC y en la **Ilustración 4:** Definición de los alcances del inventario, se representan gráficamente los alcances y los sectores involucrados para cada uno.

Alcance	Definición
Alcance 1	Emisiones de GEI de fuentes localizadas dentro del límite de la ciudad
Alcance 2	Emisiones de GEI que ocurren como consecuencia del uso de la electricidad
Alcance 3	Todas las otras emisiones de GEI que ocurren fuera de los límites de la ciudad como resultado de las actividades que ocurren dentro del límite de la ciudad

Tabla 2: Definición de los alcances definidos según el GPC

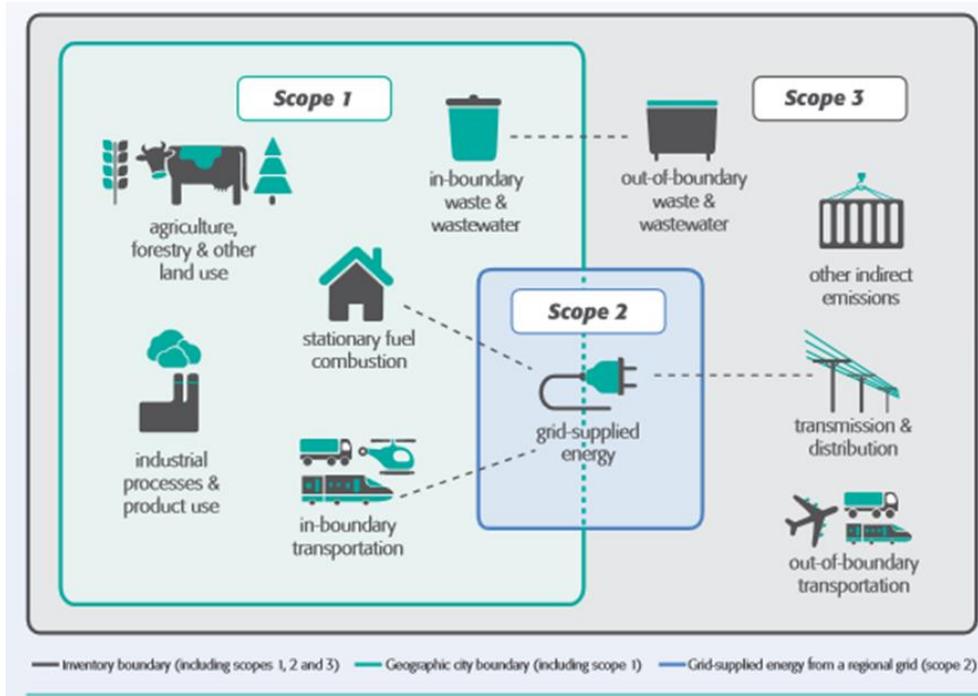


Ilustración 4: Definición de los alcances del inventario⁷

Niveles de reporte

El protocolo permite a las ciudades elegir entre dos opciones de reporte, las cuales se detallan a continuación:

BASIC: Cubre las emisiones de alcance 1 y 2 provenientes de energía estacionaria y transporte, así como las emisiones de alcance 1 y 3 provenientes de residuos.

BASIC+: incluye además las emisiones provenientes de procesos industriales y uso de productos (IPPU) y agricultura, forestación y otros usos de la tierra (AFOLU) así como el transporte fuera de los límites de la ciudad.

Rosario determinó para este primer inventario de GEI de la ciudad, reportar el nivel BASIC.

Sectores y subsectores

De acuerdo al nivel de reporte seleccionado para este primer inventario de GEI de la ciudad de Rosario bajo el GPC, los sectores y subsectores a tener en cuenta a la hora de recopilar información son los que se presentan en la **Tabla 3:** Sectores y Subsectores utilizados en el presente informe.

Sector

Subsector

⁷ Protocolo Global para Inventarios de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria – Pág. 11

Energía estacionaria	Edificios residenciales Edificios e instalaciones comerciales e institucionales Industrias de manufactura y construcción Industrias de energía Actividades de agricultura, silvicultura y pesca Fuentes no especificadas Emisiones fugitivas por minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón Emisiones fugitivas de sistemas de petróleo y gas natural
Movilidad	Transporte en carretera Ferrocarriles Navegación Aviación Transporte fuera de carretera
Residuos	Disposición de residuos sólidos Tratamiento biológico de residuos Incineración y quema a cielo abierto Tratamiento y descarga de aguas residuales

Tabla 3: Sectores y Subsectores utilizados en el presente informe

Gestión de la calidad y verificación del inventario

El GPC no obliga a las ciudades a verificar el resultado de sus inventarios, pero recomienda que las ciudades elijan el nivel y tipo de verificación que satisfagan sus necesidades y capacidad.

La verificación supone una valoración de la completitud y exactitud de los datos reportados. Las ciudades pueden elegir verificar sus datos para demostrar que sus cálculos están en concordancia con los requerimientos del GPC y proveer seguridad a los usuarios que las emisiones reportadas son un fiel reflejo de las actividades de la ciudad.

Si bien la herramienta de software utilizada: ClearPath, realiza el cálculo de las emisiones correspondientes en base a los datos reportados para cada sector, el equipo técnico de elaboración del inventario realizó una verificación del cálculo de las emisiones de GEI, utilizando para ello metodologías recomendadas por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático(IPCC).

Para determinar la calidad del inventario de la ciudad de Rosario, se estableció un plan de gestión. Cada resultado fue sometido al chequeo por pares, siguiendo las directrices establecidas de control de calidad relativas a exhaustividad en la documentación, nivel de exactitud de los datos, verificación de los cálculos y escalas de magnitud. A su vez, se analizaron datos de ciudades similares para corroborar la coherencia de los resultados.

Principios de reporte y contabilidad

La contabilidad y reporte de las emisiones de una ciudad debe basarse en los 5 principios siguientes:

Relevante: las emisiones de GEI deben reflejar apropiadamente las emisiones que ocurren como resultado de las actividades y patrones de consumo de la ciudad.

Completo: las ciudades deben reportar todas las fuentes de emisión requeridas dentro de los límites del inventario. Cualquier exclusión debe ser justificada y explicada claramente.

Consistente: Los cálculos de las emisiones deben ser consistentes en cuanto al enfoque, límite, y metodología.

Transparente: Los datos de actividad, las fuentes y factores de emisión, y las metodologías de reporte requieren de una documentación adecuada para permitir verificación. La información debe ser suficiente para permitir a individuos externos llegar a los mismos resultados.

Exacto: Los cálculos de las emisiones de GEI no deben sistemáticamente exagerar o restar importancia a emisiones reales. Las incertidumbres en el proceso de cuantificación deben ser reducidas siempre que sea práctico y posible.

Claves de Notación

La recolección de datos es una etapa clave en el desarrollo del inventario de GEI. Los datos, pueden provenir de una variedad de fuentes y variar en calidad, formato, y completitud. En muchos casos, será necesario adaptarlos para los propósitos del inventario.

Para ajustarse a estas limitaciones el GPC requiere el uso de claves de notación, como recomiendan las guías del IPCC. Cuando las claves de notación son usadas, las ciudades deben acompañarlas de una explicación que justifique exclusiones o inclusiones parciales.

En la Tabla 4: Definición de las claves de notación, se presenta la definición para las claves de notación utilizadas en el presente inventario, sobre el origen de la información.

Clave de Notación	Definición	Explicación
IE	Included elsewhere Incluido en otra parte	Las emisiones de GEI de esta actividad están estimadas y presentadas en otra categoría del inventario. Esa categoría debe ser especificada en la explicación
NE	Not estimated No estimado	Las emisiones ocurren pero no han sido estimadas o reportadas; es necesario dar una justificación por la exclusión
NO	Not occurring No ocurre	Una actividad o proceso que no ocurre o existe dentro de la ciudad
C	Confidential Confidencial	Emisiones de GEI que pueden resultar en la divulgación de información confidencial y no pueden ser reportadas

Tabla 4: Definición de las claves de notación

Metodología de recolección y preparación de los datos

Si bien la herramienta ClearPath cuenta con valores de potenciales de calentamiento y factores de emisión predeterminados, es posible la modificación de los mismos. Para el Inventario de GEI de la ciudad de Rosario, se utilizaron los siguientes valores:

Potenciales de calentamiento global (PCG) de GEI utilizados

Tabla 5.2 Potencial de calentamiento global (PCG) de GEI más importantes

Nombre	Fórmula	Valores de PCG en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC ⁸ (CO ₂ e)	Valores de PCG en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC ⁸ (CO ₂ e)	Valores de PCG en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC ⁸ (CO ₂ e)	Valores de PCG en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC ⁸ (CO ₂ e)
Dióxido de carbono	CO ₂	1	1	1	1
Metano	CH ₄	21	23	25	28
Óxido nitroso	N ₂ O	310	296	298	265

Tabla 5: Potencial de calentamiento global (PCG) de Gases de Efecto Invernadero⁸

Factores de emisión utilizados

Fuente de emisión	Factor de emisión	Calidad
	CO ₂ (kg/kWh)	
Electricidad	0,527	Media

Tabla 6: Factor de emisión electricidad⁹

Fuente de emisión	Factor de emisión			Calidad
	N ₂ O (KgN ₂ O/TJ)	CH ₄ (KgCH ₄ /TJ)	CO ₂ (tCO ₂ /TJ)	
Gasoil Ferrocarril	28,6	4,15	74,1	Media
Gasoil Carretera	3,9	3,9	74,1	Media

⁸Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria-Pág. 51.

⁹Segunda Comunicación Nacional Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, pág. 197.

Gasoil Navegación	2	7	74,1	Media
GNC	3	92	56,1	Media
Kerosene	2	0,5	71,5	Media
Nafta	8	25	69,3	Media
Aerokerosene	2	0,5	71,5	Media
Fuel Oil	2	7	77,4	Media
Biodiesel	3,9	3,9	74,1	Media
Bioetanol	8	25	70,8	Media
Aeronaftas	2	0,5	70	Media

Tabla 7: Factores de emisión combustibles.¹⁰

Factor de emisión para tratamiento biológico				Calidad
Residuos: húmedos	N ₂ O (KgN ₂ O/TJ)	CH ₄ (KgCH ₄ /TJ)	CO ₂ (tCO ₂ /TJ)	
Compostaje	0,3	4	-	Baja
Factores para la incineración y quema a cielo abierto				Calidad
Residuos: patológicos	Factor de emisión N ₂ O (KgN ₂ O/TJ)	Factor de emisión CH ₄ (KgCH ₄ /TJ)	Factor de oxidación CO ₂ (tCO ₂ /TJ)	
Incineración tipo "batch"	0	60	100	Baja

Tabla 8: Factores de emisión residuos.¹¹

Datos de actividad sector Transporte – Metodología

Para el cálculo de las emisiones en el sector Transporte, se adoptó el método de Venta de Combustible el cual requiere conocer los valores de las ventas que fueron efectuadas dentro de la ciudad de Rosario. Dichos datos se obtuvieron a través del sitio web del Ministerio de Energía y Minería de la Nación, el cual presenta la información del combustible vendido al sector mayorista y al minorista durante el año 2014. Esta entidad sectoriza las ventas de acuerdo a los siguientes tipos de transportes en lo que respecta al módulo Mayorista: Transporte de cargas, Transporte público de pasajeros, Bunker, Transporte ferroviario, Transporte Aero – comercial, Agro, Estado, Usinas eléctricas, Industria Petroquímica, Otras industrias y sectores y Bocas de Expendio. En cuanto al módulo minorista se informan las ventas efectuadas a Transporte de cargas, Transporte Público de pasajeros, Agro y al público. Todos los volúmenes de combustible vendidos proporcionados por el Ministerio corresponden a aquellos que no han recibido ningún tipo de subsidio por parte del Estado,

¹⁰Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, pág. 237-240.

¹¹Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 5, Capítulo 4: Tratamiento biológico de residuos sólidos, Capítulo 5: Incineración y quema a cielo abierto de residuos.

por esa razón se hizo necesario obtener los valores de aquellos que si fueron subsidiados, como en el caso del transporte público de pasajeros, facilitados por el Ente de la Movilidad de Rosario. Los valores del consumo eléctrico realizado por la línea de trolebuses se obtuvieron de la misma fuente.

Las propiedades intensivas de cada combustible utilizadas para lograr las conversiones, fueron factores de emisión, poder calorífico y densidad, dichos valores se obtuvieron de las siguientes fuentes oficiales: Ministerio de Energía y Minería de la República Argentina (2014), Inventario de Gases de efecto Invernadero de la República Argentina – Años 2010 y 2012, 2006 y IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas.

Las opciones de tipo de combustible que ofrece la herramienta, no coinciden exactamente con los obtenidos a partir de los datos de origen. Para adaptar los valores proporcionados por el Ministerio de Energía y Minería de la Nación y el Ente de la Movilidad de la Ciudad de Rosario, se agruparon los combustibles como se muestra en la Tabla 9: Reagrupación de combustibles de la Secretaría de Energía de acuerdo a ClearPath.

Combustibles disponibles en Ministerio de Energía	Combustibles para informar en la herramienta de CleraPath
Gas Oil grado 2	Diesel
Gas Oil grado 2B	
Gas Oil grado 3	
GNC	GNC
Kerosene	Kerosene
Nafta Común	Gasolina
Nafta Súper	
Nafta Premium	
Aerokerosene	Aerokerosene
Aeronafta	Aeronafta

Tabla 9: Reagrupación de combustibles de la Secretaría de Energía de acuerdo a ClearPath

Luego de acondicionar los datos de actividad al formato de la herramienta, se ingresan las cantidades en el software, por tipo de combustible y medio de transporte, las cuales se presentan en la Tabla 10: Datos de actividad sector Transporte.

Número de referencia en GPC	Fuente de emisión por sector y subsector	Cantidad de combustible	Unidad	Tipo de combustible	Calidad dato	Fuente
II.1	Terrestre por carretera					
II.1.1	Emisiones provenientes de la quema de combustible en transporte por carretera que se producen dentro de los límites de la ciudad					
II.1.1	Al Público	97479753,39	m ³	GNC	Alta	M.E.M.N.
II.1.1	Publico de Pasajeros	2887,64	m ³	GNC	Alta	M.E.M.N.
II.1.1	Camiones	16028380	Litros	Diesel-Biodiesel	Alta	M.E.M.N.
II.1.1	Camiones	161350	Litros	Gasolina-	Alta	M.E.M.N.

				Bioetanol		
II.1.1	Publico de Pasajeros	23795380	Litros	Diesel-Biodiesel	Alta	M.E.M.N.
II.1.1	Publico de Pasajeros	1220	Litros	Nafta-Bioetanol	Alta	M.E.M.N.
II.1.1	Al Público	105662890	Litros	Diesel-Biodiesel	Alta	M.E.M.N.
II.1.1	Al Público	190105960	Litros	Nafta-Bioetanol	Alta	M.E.M.N.
II.1.1	Camiones	291,64	m ³	GNC	Alta	M.E.M.N.
II.1.1	Camiones	570	Litros	Kerosene	Alta	M.E.M.N.
II.1.1	Al Público	285590	Litros	Kerosene	Alta	M.E.M.N.
II.1.2.	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad para el transporte en carretera					
II.1.2	Trolebuses	1967948	KWh	Electricidad	Alta	Municipalidad de Rosario
II.1.3.	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada a la red					
II.2	Ferroviario					
II.2.1	Emisiones provenientes de la quema de combustible para el transporte ferroviario que se producen dentro de los límites de la ciudad					
II.2.1	Gas Oil	9585500	Litros	Diesel	Alta	M.E.M.N.
II.2.2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida para los ferrocarriles dentro de los límites de la ciudad					
II.2.3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada a la red					
II.3	Navegación marítima, fluvial y lacustre					
II.3.1	Emisiones provenientes de la quema de combustible para la navegación marítima, fluvial y lacustre que se producen dentro de los límites de la ciudad					
II.3.1	Cabotaje	553757	Litros	Diesel	Alta	M.E.M.N.
II.3.2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad para la navegación marítima, fluvial y lacustre					
II.3.3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada a la red					
II.4	Aviación					
II.4.1	Emisiones provenientes de la quema de combustible para la aviación que se producen dentro de los límites de la ciudad					
II.4.1	Cabotaje	2563799	Litros	Aerokerosene	Alta	M.E.M.N.
II.4.1	Cabotaje	781515	Litros	Aeronaftas	Alta	M.E.M.N.
II.4.2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida para la aviación dentro de los límites de la ciudad					
II.4.3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada a la red					
II.5	Transporte fuera de carretera					
II.5.1	Emisiones provenientes de la quema de combustibles en transporte fuera de carretera dentro de los límites de la ciudad					
II.5.2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida para los ferrocarriles dentro de los límites de la ciudad					
II.5.3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada a la red					

Tabla 10: Datos de actividad sector Transporte

Datos de actividad sector Energía Estacionaria – Metodología

En la ciudad de Rosario las principales fuentes de energía estacionaria utilizadas son la electricidad, el gas natural y en menor proporción el gas licuado de petróleo (GLP). Los datos de este último, fueron obtenidos de la página web de Ministerio de Energía de la Nación. Para el caso del gas natural, fueron consultados a la empresa prestadora del servicio de distribución, Litoral Gas S.A..

Los datos relativos al consumo de energía eléctrica durante el año 2014 fueron solicitados a la Secretaría de Estado de la Energía de la Provincia de Santa Fe y provistos por la Empresa Provincial de la Energía, mientras que los de los grandes consumidores fueron clasificados para enmarcar las diferentes industrias y rubros informados dentro de las categorías del GPC.

Los datos del consumo de alumbrado público fueron aportados por la Dirección General de Alumbrado Público de la Municipalidad de Rosario.

Con respecto a la categoría Industrial, al valor reportado por la Empresa Provincial de la Energía, se le restó el consumo de la única Usina de Termogeneración Eléctrica existente en la ciudad, la Usina Sorrento, para evitar una doble contabilización de estas emisiones, que serán reportadas en la categoría industrias energéticas. Se discriminó la quema de fuel oil y gas natural para la generación de electricidad en la usina y se supone que el consumo eléctrico de la misma es 100% de la red.

Los valores finalmente ingresados en el software se muestran en la Tabla 11: Datos de actividad sector Energía Estacionaria.

Nº de referencia en GPC	Fuente de emisión por sector y subsector	Cantidad	Unidad	Calidad dato	Fuente
I.1	Edificios residenciales				
I.1.1	Emisiones provenientes de la quema de combustibles dentro de los límites de la ciudad				
I.1.1	GLP	17884,752	m ³	Alta	M.E.M.N.
I.1.1	Gas Natural	186948,3908	m ³	Alta	Litoral Gas S.A.
I.1.2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad				
I.1.2	Electricidad	723259	MWh	Alta	E.P.E.
I.1.3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red				
I.2	Edificios e instalaciones comerciales e institucionales				
I.2.1	Emisiones provenientes de la quema de combustibles dentro de los límites de la ciudad				
I.2.1	Gas Natural	29040,52673	m ³	Alta	Litoral gas
I.2.2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad				
I.2.2	Alumbrado publico	74940	MWh	Alta	Municipalidad de Rosario (VER)
I.2.2	Comercial	794502	MWh	Alta	E.P.E.
I.2.2	Iluminación garitas colectivos	12647	MWh	Alta	Municipalidad de Rosario
I.2.2	Institucional	210999	MWh	Alta	E.P.E.
I.2.3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red				
I.3	Construcción e industrias manufactureras				
I.3.1	Emisiones provenientes de la quema de combustibles dentro de los límites de la ciudad				
I.3.1	Gas Natural	150647,7324	m ³	Alta	Litoral Gas

I.3.2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad				
I.3.2	Electricidad	417361	MWh	Alta	E.P.E. y Sorrento
I.3.3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red				
I.4	Industrias energéticas				
I.4.1	Emisiones provenientes de la energía utilizada en las operaciones auxiliares de centrales eléctricas dentro de los límites de la ciudad				
I.4.2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida en las operaciones auxiliares de centrales eléctricas dentro de los límites de la ciudad				
I.4.2	Electricidad	50134	MWh	Alta	Usina Sorrento
I.4.3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red en las operaciones auxiliares de centrales eléctricas				
I.4.4	Emisiones provenientes de la generación de energía suministrada en red				
I.4.4	Fuel oil	177711111	Litros	Alta	Usina Sorrento
I.4.4	Gas Natural	35260000000	Litros	Alta	Usina Sorrento
I.5	Actividades agrícolas, de silvicultura y pesca				
I.5.1	Emisiones provenientes de la quema de combustibles dentro de los límites de la ciudad				
I.5.1	Actividades agrícolas de silvicultura y pesca-Gas Oil	5578040	Litros	Alta	M.E.M.N.
I.5.1	Actividades agrícolas de silvicultura y pesca-Biodiesel	619780	Litros	Alta	M.E.M.N.
I.5.1	Actividades agrícolas de silvicultura y pesca-Nafta y etanol	357810	Litros	Alta	M.E.M.N.
I.5.1	Actividades agrícolas de silvicultura y pesca-GNC	194318,9	m ³	Alta	M.E.M.N.
I.5.2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad				
I.5.2	Rural	20	MWh	Alta	E.P.E.
I.5.3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red				
I.6	Fuentes no especificadas				
I.6.1	Emisiones provenientes de la quema de combustibles dentro de los límites de la ciudad				
I.6.1	Transporte -Gas Oil	12182860	Litros	Alta	M.E.M.N.
I.6.1	Transporte-Nafta	2435240	Litros	Alta	M.E.M.N.
I.6.1	Transporte-Kerosene	5200	Litros	Alta	M.E.M.N.
I.6.2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad				
I.6.3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red				
I.7	Emisiones fugitivas procedentes de la minería, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón				
I.7.1	Emisiones provenientes de la emisiones fugitivas dentro de los límites de la ciudad				
I.8	Emisiones fugitivas procedentes de los sistemas de petróleo y gas natural				
I.8.1	Emisiones provenientes de la emisiones fugitivas dentro de los límites de la ciudad				

Tabla 11: Datos de actividad sector Energía Estacionaria

Datos de actividad sector Residuos- Metodología

Las ciudades producen residuos sólidos y aguas residuales que pueden ser dispuestas en instalaciones dentro o fuera de la ciudad. La disposición y tratamiento de los residuos generan gases de efecto invernadero por la descomposición aeróbica, anaeróbica o incineración de los residuos.

En la ciudad de Rosario, una parte de los residuos es procesada en una planta de compostaje ubicada en los límites del municipio. Los datos involucrados en el subsector “Tratamiento Biológico de Residuos” corresponden a la cantidad de residuos orgánicos que ingresaron a dicha planta durante el año 2014 (primer año de actividad de la planta), información que fue facilitada por la Dirección General de Gestión Integral de Residuos de la Municipalidad de Rosario.

Los datos de actividad incluidos en “Disposición de Residuos Sólidos” corresponden a los residuos de origen domiciliario dispuestos en el relleno sanitario ubicado en una localidad vecina (Ricardone) y a los residuos inertes y a los denominados de “baja biodegradabilidad” (ramas, restos verdes, voluminosos, restos de obra y limpieza de basurales) que se disponen en el relleno Bella Vista, ubicado dentro de los límites de Rosario.

Al no disponer de las pesadas de ingreso de residuos al predio de Bella Vista correspondientes al año 2014, año base del inventario, se estimó la misma a partir de la cantidad de camiones y el peso promedio que transporta un camión según registros realizados durante el 2016. Como para los materiales inertes la fracción de carbono orgánico degradable es nula, sólo se consideraron las ramas, los verdes y los residuos provenientes de basurales, cuya composición se supuso asimilable a domiciliarios (tomándose el estudio de caracterización de residuos realizado por la Municipalidad de Rosario en el 2014 para determinar el porcentaje de cada fracción de residuos).

Por su parte, el resto de los residuos domiciliarios, que no son tratados en la planta de compostaje, son enviados a disposición final a un relleno sanitario en la localidad de Ricardone. Las cantidades de esta corriente de residuos fueron aportadas por la Dirección General de Gestión Integral de Residuos, y la componente de residuos orgánicos fue estimada a partir del estudio de caracterización de residuos de la ciudad realizado en el 2014. Para el reporte de las cantidades de residuos en la categoría “Disposición de Residuos Sólidos” se utilizó como método el “compromiso de metano”, que consiste en estimar las emisiones producidas por los residuos dispuestos en el año del inventario. Este método sobreestima la cantidad de emisiones porque considera la descomposición total de los residuos, durante el año en que fueron dispuestos, y esto no ocurre realmente. Se eligió este método ya que no se cuenta con los datos históricos necesarios para aplicar el método Firstorder of Decay, que es más representativo de la realidad.

Por otra parte, para la categoría “Incineración de residuos” se tuvo en consideración, la cantidad de residuos patológicos incinerados, ya que en la provincia de Santa Fe la incineración de residuos domiciliarios está prohibida por la Ley Provincial 13055 de “Basura Cero”, y estos residuos son los únicos que se someten a este tratamiento debido a su peligrosidad biológica, y lo hacen en plantas localizadas en otra jurisdicción. La información fue provista por la Dirección General de Gestión Integral de Residuos de la Municipalidad de Rosario, según registros de la actividad de empresas transportistas habilitadas para dicha operación. Como no se dispone de registros de la cantidad de residuos incinerados durante el 2014 se utilizaron los datos de 2016. De todas formas el mayor porcentaje de estos residuos es esterilizado en autoclave y luego dispuesto en rellenos de seguridad.

Una vez recopilados los datos necesarios por tipo de tratamiento correspondiente, se cargaron las toneladas de residuos en la herramienta ClearPath, para el cálculo de las toneladas CO₂ equivalentes emitidas.

Los datos de actividad para la categoría “Tratamiento y Vertido de Aguas Residuales” corresponden a la totalidad de la población para el año del inventario, los mismos se extrajeron de censos nacionales y provinciales, debido a que las aguas residuales domiciliarias en Rosario no tienen un tratamiento, sino que una parte se elimina directamente al Río Paraná y otra se dirige a sistemas sépticos.

Para el proceso de verificación de cálculo de emisiones en esta categoría, se utilizó la metodología
Inventario de GEI Rosario 2014 – Publicación 2017 19

propuesta por el IPCC en el Capítulo 6, Volumen 5 de las Directrices para elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y el factor de consumo de proteínas correspondiente a la tercera comunicación de Argentina (2012) -32,57 kg de proteína por habitante-.

III	RESIDUOS				
Número de referencia en GPC	Fuente de emisión por sector y subsector	Cantidad	Unidad	Calidad dato	Fuente
III.1	Disposición de residuos sólidos				
III.1.1	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad y dispuestos en vertederos o basurales a cielo abierto dentro de los límites de la ciudad				
III.1.1	Relleno de Inertes "Bella Vista"	215961,858	Tonelada de residuo	Alta	Estación de Transferencia Bella Vista
III.1.2	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad , pero dispuestos en vertederos o basurales a cielo abierto fuera de los límites de la ciudad				
III.1.2	Relleno Ricardone	294467	Tonelada de residuo	Alta	Estación de Transferencia Bella Vista
III.1.3	Emisiones provenientes de los residuos generados fuera de los límites de la ciudad pero tratados dentro de los límites de la ciudad				
III.2	Tratamiento biológico de residuos				
III.2.1	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad que son tratados biológicamente dentro de los límites de la ciudad				
III.2.1	R - Tratamiento Biológico	2075	Tonelada	Alta	Secretaría de Ambiente y Espacio Público- Departamento planta de Compostaje
III.2.2	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad , pero tratados biológicamente fuera de los límites de la ciudad				
III.2.3	Emisiones provenientes de los residuos generados fuera de los límites de la ciudad pero tratados biológicamente dentro de los límites de la ciudad				
III.3	Incineración y quema a cielo abierto				
III.3.1	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados y tratados dentro de los límites de la ciudad				
III.3.2	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad , pero tratados fuera de los límites de la ciudad				
III.3.2	Incineración de Patológicos	13,017	Tonelada de residuo	Alta	Secretaría de Ambiente y Espacio Público- Departamento planta de Compostaje
III.3.3	Emisiones provenientes de los residuos generados fuera de los límites de la ciudad pero tratados dentro de los límites de la ciudad				
III.4	Tratamiento y vertido de aguas residuales				
III.4.1	Emisiones provenientes de las aguas residuales generadas y tratadas dentro de los límites de la ciudad				
III.4.1	ARD (red cloacal)	964.833	Cantidad de habitantes	Medio	Página web- Municipalidad de Rosario-Datos Demográficos"
III.4.1	ARD (sistemas sépticos)	964.833	Cantidad de habitantes	Medio	Página web- Municipalidad de Rosario-Datos Demográficos"
III.4.1	ARD N2O	964.833	Cantidad de habitantes	Medio	Página web- Municipalidad de Rosario-Datos Demográficos"
III.4.2	Emisiones provenientes de las aguas residuales generadas dentro de los límites de la ciudad , pero tratadas fuera de los límites de la ciudad				
III.4.2	Emisiones de aguas residuales generadas dentro de la ciudad y tratadas fuera				
III.4.3	Emisiones provenientes de las aguas residuales generadas fuera de los límites de la ciudad				

Tabla 12: Datos de actividad sector Residuos

Resultados

13. Conclusiones

Finalizada la carga de datos el software arroja una totalidad de emisiones para la ciudad de Rosario de **4.288.763 toneladas de CO₂e para el año 2014**.

Las emisiones per cápita resultaron 4,45 t de CO₂e, aproximadamente la mitad de la media a nivel nacional (8,6 t de CO₂e).

Argentina forma parte del grupo de 190 países que contamina menos del 1%. En 2014 emitió 368 millones de toneladas de CO₂e (0,8% de la contaminación planetaria), contribuyendo Rosario con un 1,16% de las mismas.

El sector Energía Estacionaria tiene una contribución mayoritaria del 59%, el sector Transporte un 24% y el sector Residuos un 17%, estos valores se muestran en la Ilustración 6: Porcentual por sector.

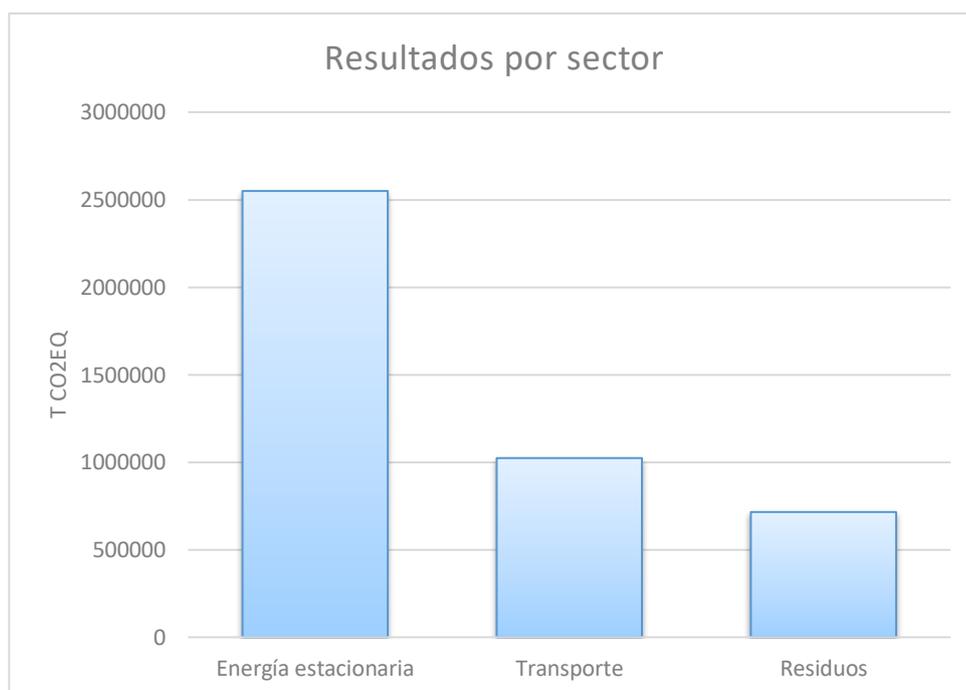


Ilustración 5: Toneladas de CO₂eq emitidas por sector.

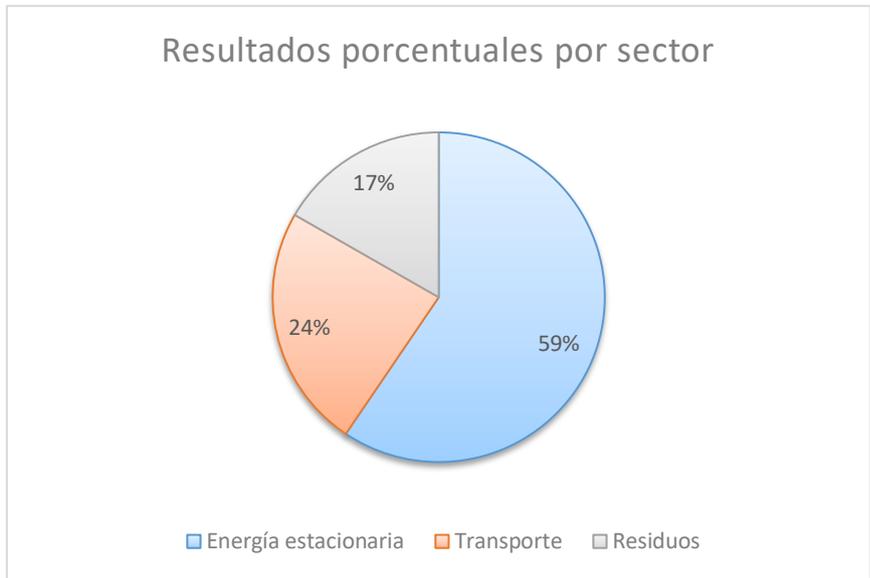


Ilustración 6: Porcentual por sector.

Efectuando una comparación de la emisiones obtenidas por alcance, se obtiene que 2.614.709 toneladas tienen su origen en fuentes localizadas dentro del límite de la ciudad (alcance 1), 1.186.686 toneladas se producen como consecuencia de la energía suministrada en red dentro de los límites de la ciudad (alcance 2) y 487.368 toneladas se emiten fuera de los límites de la ciudad como consecuencia de actividades que tienen lugar dentro de los límites de la misma (alcance 3). Estos valores se aprecian en la Ilustración 7: Emisiones por alcance.

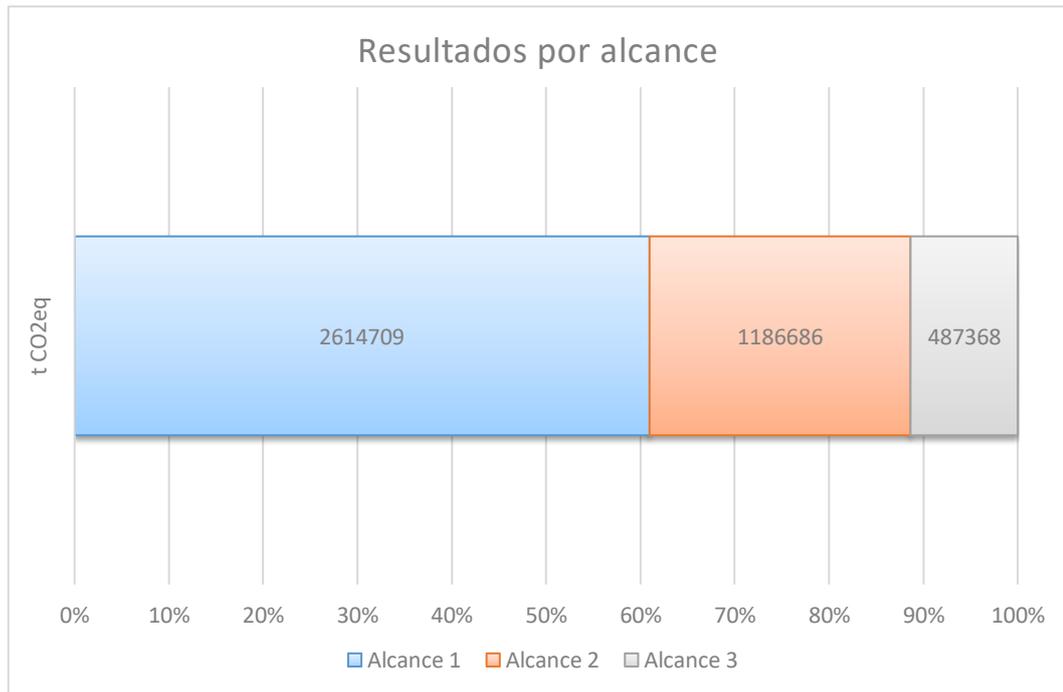


Ilustración 7: Emisiones por alcance

En la Ilustración 8: Porcentual de Emisiones de CO₂eq por alcance se presenta la incidencia porcentual de los alcances, siendo el de mayor participación con el 62% el Alcance 1, seguido por el Alcance 2 con el 26% de incidencia y el Alcance 3 con el 12% de las mismas.

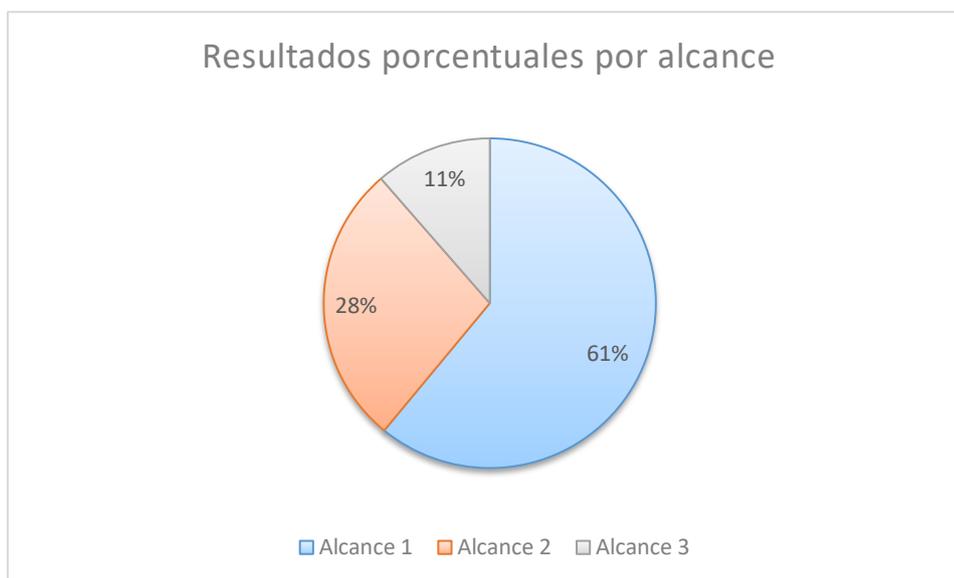


Ilustración 8: Porcentual de Emisiones de CO₂eq por alcance

Resultados parciales – Por sector

Sector Energía Estacionaria

Este sector es el mayor contribuyente a las emisiones de GEI originadas en la ciudad de Rosario, con un aporte de 2.549.714 toneladas de CO₂e a las emisiones totales, donde los Edificios residenciales tienen una participación del 29%, seguidos por las Industrias de energéticas con un 25%, los Edificios e instalaciones comerciales e institucionales con un 25%, Construcción e industrias manufactureras con un 19% y por último con aportes marginales, las Actividades de agricultura, silvicultura y pesca (1%) y Otros sectores no especificados (1%). Las emisiones por subcategoría de Energía Estacionaria se muestran en la Ilustración 9: *Emisiones por subcategoría de Energía Estacionaria* y el aporte porcentual por subsector en Ilustración 10: *Aporte porcentual por subcategoría de Energía Estacionaria*.

A continuación, en Tabla 13: Emisiones por subsector de energía estacionaria se presentan los resultados obtenidos de toneladas de CO₂e emitidas por procesos de combustión y generación de energía en las categorías indicadas.

Energía Estacionaria	t CO ₂ e
Actividades agrícolas, de silvicultura y pesca	16.401
Fuentes no especificadas	35.343
Construcción e industrias manufactureras	493.959
Industrias energéticas	628.167
Edificios e instalaciones comerciales e institucionales	632.338
Edificios residenciales	743.507

Tabla 13: Emisiones por subsector de energía estacionaria

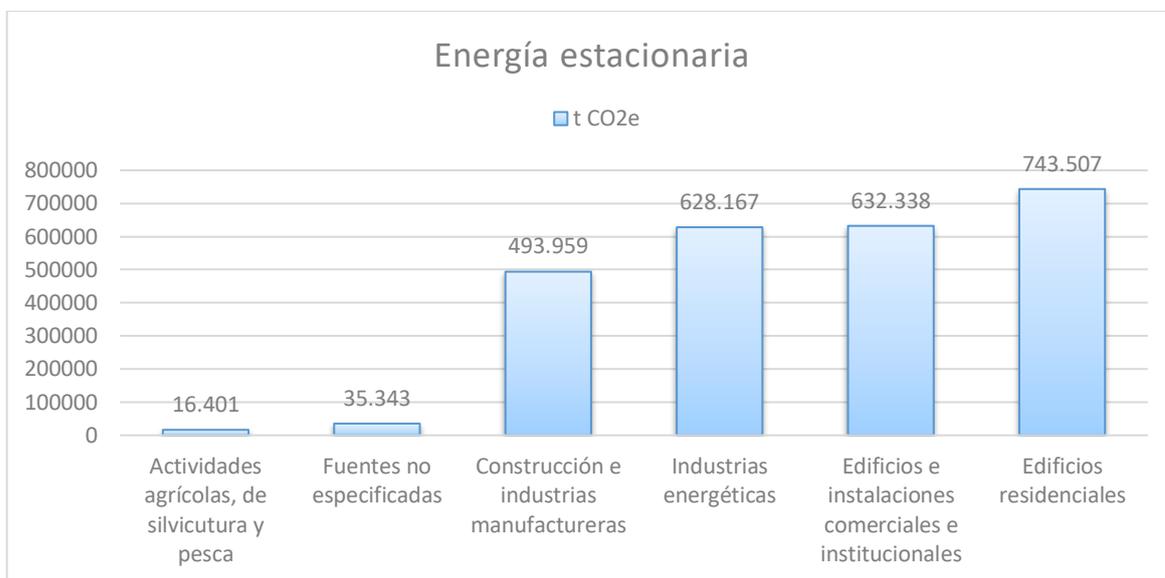


Ilustración 9: Emisiones por subcategoría de Energía Estacionaria

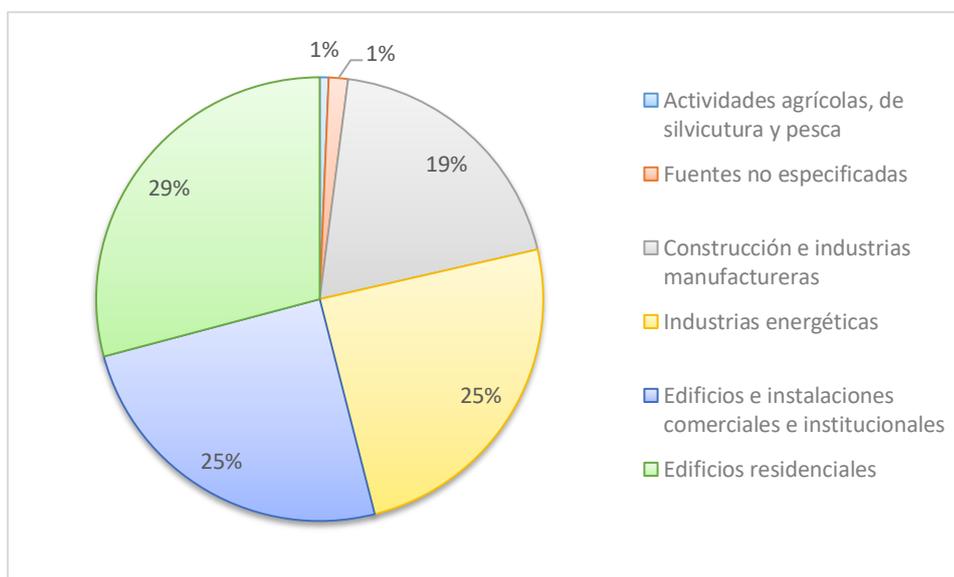


Ilustración 10: Aporte porcentual por subcategoría de Energía Estacionaria

Transporte

Con los valores de las ventas de combustibles efectuadas durante el año 2014 y las propiedades específicas de cada tipo de combustible se pudieron calcular las emisiones, cuyos valores se muestran en la Tabla 14: Toneladas de CO₂e emitidas para cada sector y subsector por tipo de combustible, pudiendo apreciarse que el subsector que produce la mayor cantidad de emisiones de CO₂e es el Transporte en Carretera con un valor de 986.251 tCO₂e, representando el 96,4 % de la totalidad de emisiones de CO₂e, seguido por las emisiones de los Ferrocarriles con 28.320 tCO₂e, las emisiones de Aviones con 7.517 tCO₂e y en último lugar con 1.492 tCO₂e para el subsector Barcos.

Transporte	tCO ₂ e
Por carretera	986.251
Ferroviario	28.320
Aviación	7.517
Navegación marítima, fluvial y lacustre	1.492

Tabla 14: Toneladas de CO₂e emitidas para cada sector y subsector por tipo de combustible
Inventario de GEI Rosario 2014 – Publicación 2017 24

Las emisiones totales del sector Transporte fueron de 1.023.580 tCO₂e, donde la mayor contribución pertenece a la subcategoría Carretera con el 96,4% de las mismas, seguida por las emisiones de los Ferrocarriles con un 2,8%, las emisiones de Aviones con un 0,7% y en último lugar con un aporte marginal del 0,1% la subcategoría Navegación. Los aportes porcentuales por subcategoría de transporte se muestran en la Ilustración 11: Aporte porcentual por subcategoría de Transporte.

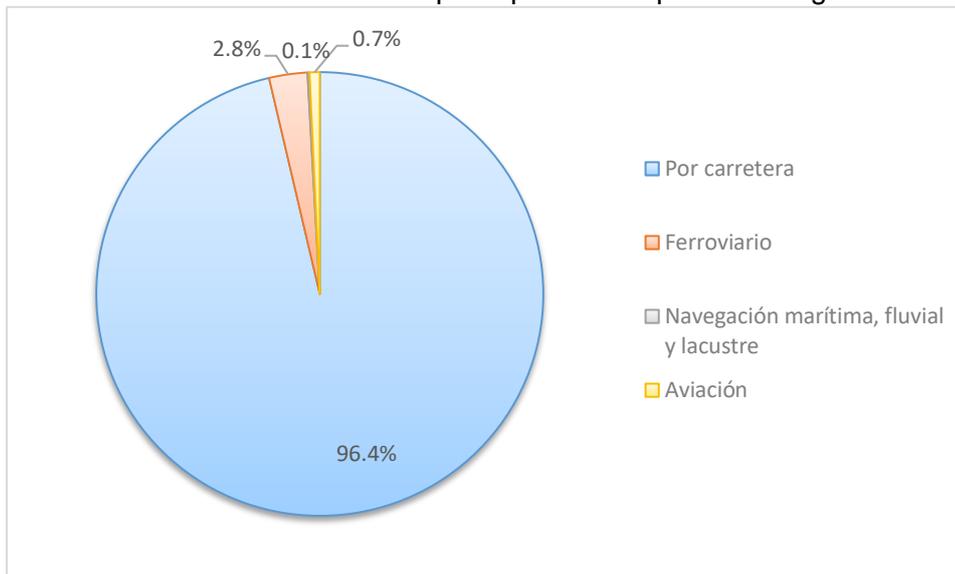


Ilustración 11: Aporte porcentual por subcategoría de Transporte

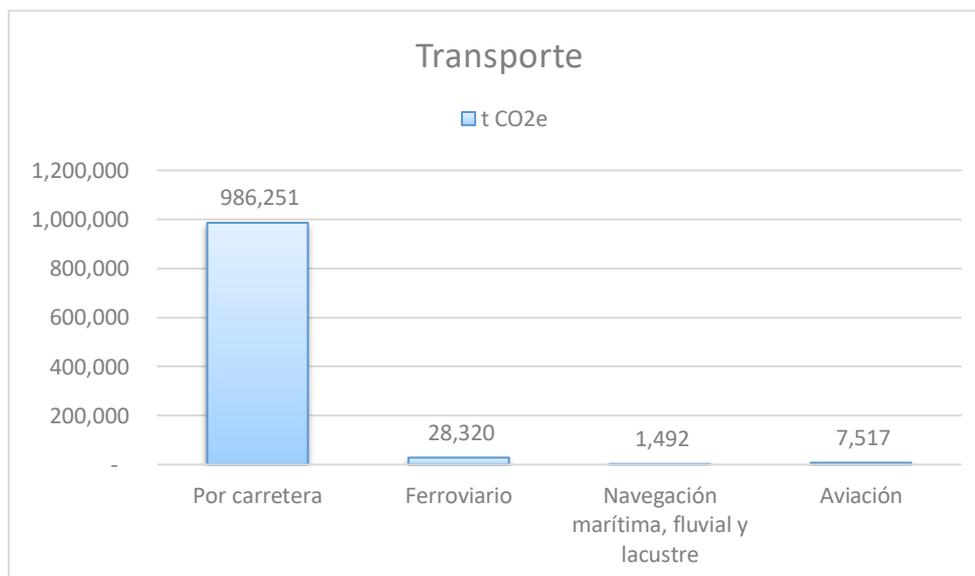


Ilustración 12: Emisiones por subcategoría de Transporte

Efectuando la comparación por tipo de combustible se obtuvo que el 38% de las emisiones de CO₂e son aportadas por el Diésel, el 42% por la Gasolina, el 20% es aportado por el GNC, mientras que el resto de los combustibles tienen una contribución marginal que representan 1% del total, lo cual puede observarse en la Ilustración 13: Contribución porcentual de emisiones por tipo de combustible.

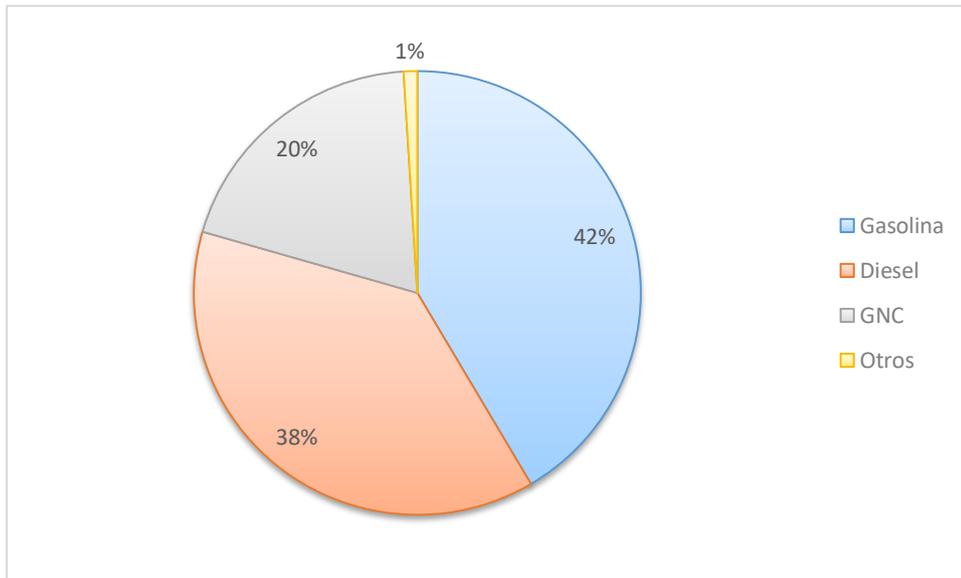


Ilustración 13: Contribución porcentual de emisiones por tipo de combustible

En virtud de que el transporte que mayor contribución aporta a las emisiones totales de GEI es el Transporte en Carretera con 95% del total, se muestra un desglose del mismo en la Ilustración 14: Toneladas de CO₂ equivalente por tipo de combustible transporte en carretera., en ella se hace evidente la enorme participación del rubro Al público en las emisiones de CO₂e.

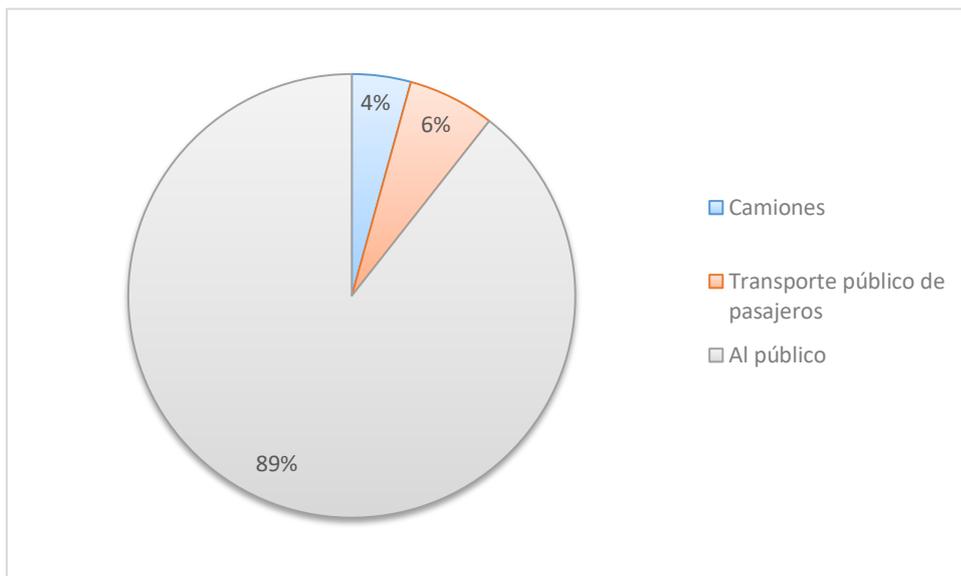


Ilustración 14: Toneladas de CO₂ equivalente por tipo de combustible transporte en carretera.

Sector Residuos

Las emisiones totales del sector Residuos fueron de 715.469 tCO₂e, donde la subcategoría Disposición de residuos sólidos tiene una participación mayoritaria del 87,7% (627.257 tCO₂e), seguido del subsector Tratamiento y vertido de aguas residuales con el 12,3% (87.804 tCO₂e). La contribución del subsector Tratamiento biológico de residuos con un aporte de 397 tCO₂e y, por último, Incineración y quema a cielo abierto, presenta una contribución marginal de 11 toneladas de CO₂e. En Ilustración 15: Emisiones CO₂eq en porcentual para cada subsector. y Ilustración 16: Emisiones por subsector de residuos en tCO₂e se presentan las emisiones en toneladas de CO₂e y las emisiones de CO₂e en porcentual para cada subsector de Residuos, respectivamente.

A continuación en Tabla 15: *Emisiones por subsector en t CO₂eq* se presentan las emisiones de
Inventario de GEI Rosario 2014 – Publicación 2017 26

CO₂ equivalente generadas por el sector residuos, discriminado por subsector.

Residuos	t CO ₂ e
Disposición de residuos sólidos	627.257
Tratamiento y vertido de aguas residuales	87.804
Tratamiento biológico de residuos	397
Incineración y quema a cielo abierto	11

Tabla 15: Emisiones por subsector en t CO₂eq

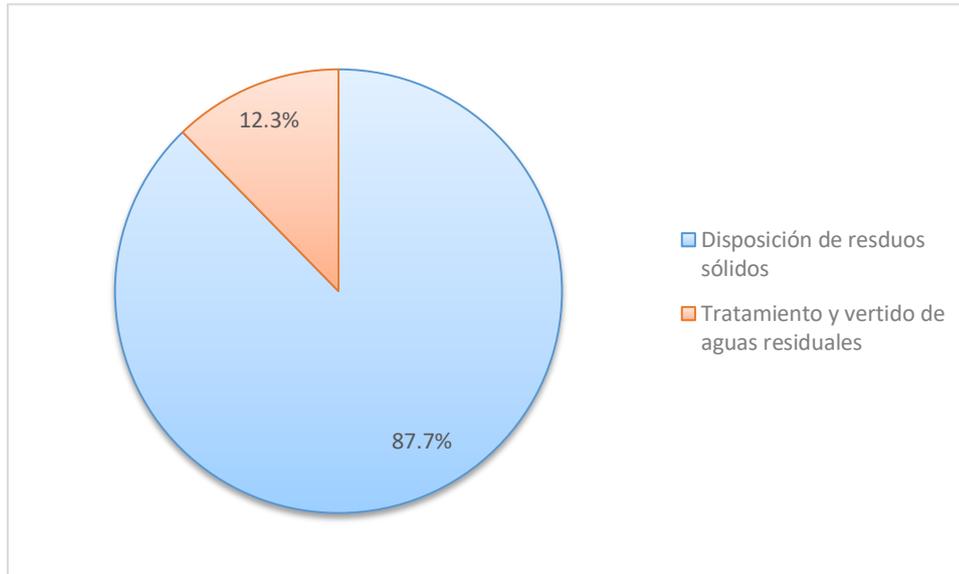


Ilustración 15: Emisiones CO₂eq en porcentual para cada subsector.



Ilustración 16: Emisiones por subsector de residuos en tCO₂e

Se realizaron comparaciones de los resultados obtenidos en el inventario de gases de efecto invernadero de Rosario con los inventarios de Montevideo (2012), Madrid (2012) y Vancouver (2014), las mismas fueron seleccionadas ya que utilizaron los mismos sectores y subsectores que los empleados para el presente inventario.

Para que los resultados sean comparables con los de nuestra ciudad, se descartaron los datos correspondientes a las categorías de procesos industriales, agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra en los inventarios correspondientes a Montevideo y Madrid; ya que el nivel de alcance de nuestro inventario es Basic y no incluye esas emisiones.

En Ilustración 17: *Comparación de emisiones de CO₂eq por habitante por año para diferentes ciudades*. se presenta la comparación de las emisiones por habitante entre la ciudad de Rosario y otras ciudades que se investigaron para evaluar el comportamiento de Rosario.

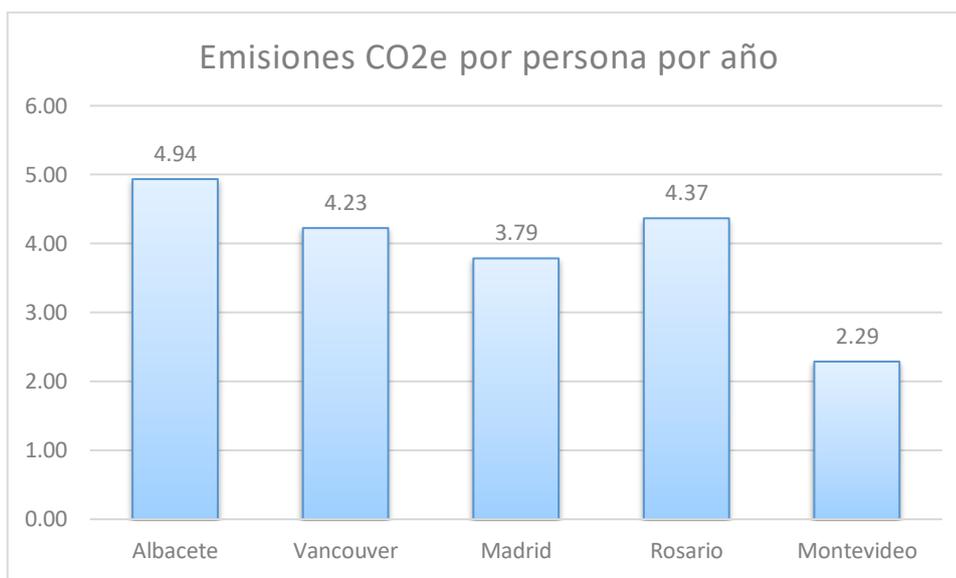


Ilustración 17: Comparación de emisiones de CO₂eq por habitante por año para diferentes ciudades.

En Tabla 16: *Emisiones CO₂eq por persona por año* se observa que la ciudad de Rosario (4,39tCO₂e) tiene un superior al de las ciudades de Montevideo (2,86t CO₂e), Madrid (3,38 tCO₂e) y Vancouver (4,23 tCO₂e).

Ciudad	Cantidad de habitantes	Emisiones CO ₂ e por persona por año
Vancouver	603.500	4,23
Madrid	3.165.000	3,79
Rosario	982.137	4,37
Montevideo	1.319.108	2,29

Tabla 16: Emisiones CO₂eq por persona por año

Comparación de emisiones por sector

En la Ilustración 18: *Comparación de emisiones por Energía Estacionaria en tCO₂e*. se observa que el mayor valor corresponde a Rosario con un valor de 2,51 tCO₂e por persona y el menor valor pertenece a Montevideo, con 1,50tCO₂e por persona. Esta variable está asociada a la matriz energética que provee a la ciudad, en cada país de origen.

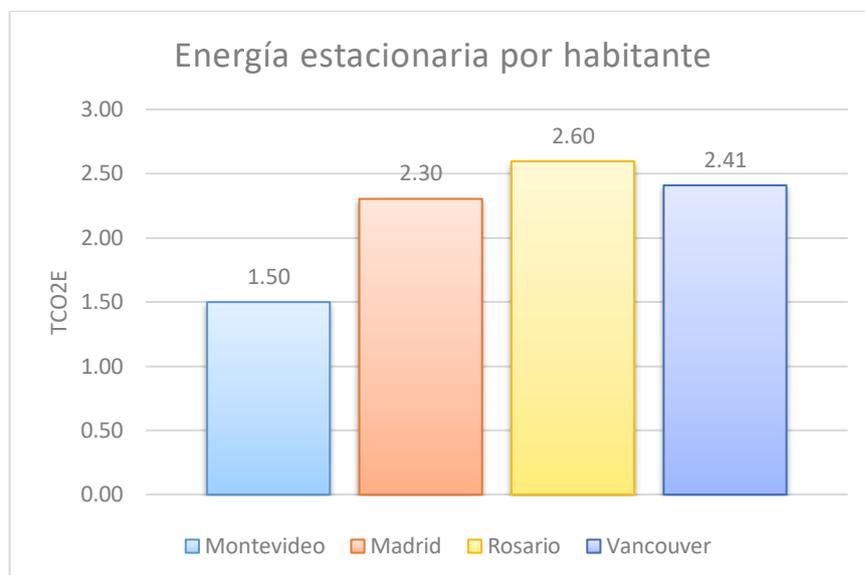


Ilustración 18: Comparación de emisiones por Energía Estacionaria en tCO₂e.

En la *Ilustración 19: Comparación de emisiones del Sector Residuos en tCO₂e*. vemos que la ciudad de Montevideo presenta un valor de emisiones superior a la media de las ciudades estudiadas.

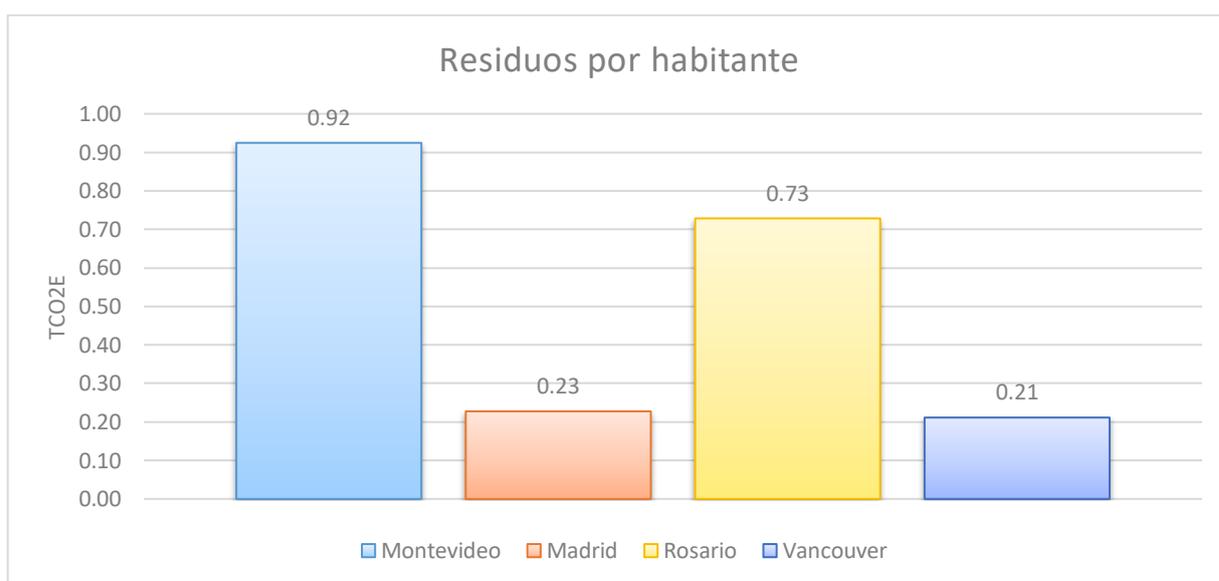


Ilustración 19: Comparación de emisiones del Sector Residuos en tCO₂e.

En la *Ilustración 20: Comparación de emisiones del Sector Transporte en tCO₂e* se presenta la comparación de emisiones del Sector Transporte en tCO₂e.

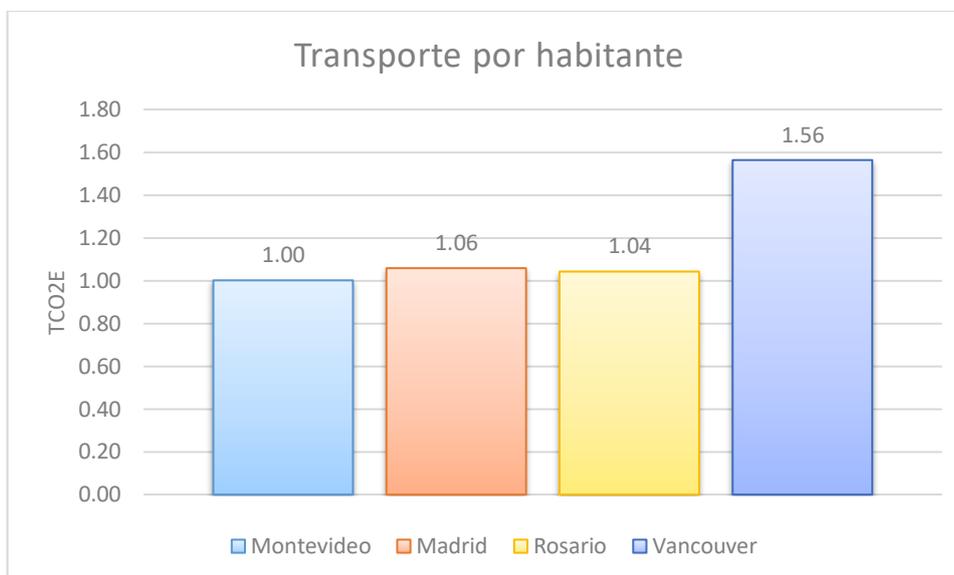


Ilustración 20: Comparación de emisiones del Sector Transporte en tCO_{2e}

En la *Tabla 17*: Valores de tCO_{2e} por habitante para cada sector de las ciudades de Montevideo, Madrid, Rosario y Vancouver. se detallan los valores tCO_{2e} para cada sector de las ciudades de Montevideo, Madrid, Rosario y Vancouver por habitante por año.

Ciudad	Energía Estacionaria / hab	Residuos / hab	Transporte / hab
Montevideo	1,50	0,92	1,00
Madrid	2,30	0,23	1,06
Rosario	2,60	0,73	1,04
Vancouver	2,41	0,21	1,56

Tabla 17: Valores de tCO_{2e} por habitante para cada sector de las ciudades de Montevideo, Madrid, Rosario y Vancouver.

ANEXO I

Datos consolidados – Hoja de cálculo GPC Overview

Alcance	Emisiones GHG (Sectores y subsector)	Claves de notación	CO2	CH4	N2O	Total CO2e	CO2(b)	Calidad del dato de actividad	Calidad de los factores de emisión
	Energía Estacionaria		2.536.839	18	5	2.549.714	5.423		
	Edificios residenciales		743.135	7	1	743.507	-		
1	Emisiones provenientes de la quema de combustible dentro de los límites de la ciudad		361.977	7	1	362.349		Alto	Medio
2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad		381.157			381.157		Alto	Medio
3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	NE							
	Edificios e instalaciones comerciales e institucionales		632.283	1	0	632.338	-		
1	Emisiones provenientes de la quema de combustible dentro de los límites de la ciudad		56.226	1	0	56.281		Alto	Medio
2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad		576.057			576.057		Alto	Medio
3	Emisiones provenientes de las pérdidas de	NE							

	transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red								
	Construcción e industrias manufactureras		493.675	5	1	493.959	-		
1	Emisiones provenientes de la quema de combustible dentro de los límites de la ciudad		291.673	5	1	291.956		Alto	Medio
2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad		202.003			202.003		Alto	Medio
3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	NE							
	Industrias energéticas		617.042	-	-	628.167	-		
1	Emisiones provenientes de la energía utilizada en las operaciones auxiliares de centrales eléctricas dentro de los límites de la ciudad	IE							
2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida en las operaciones auxiliares de centrales eléctricas dentro de los límites de la ciudad		26.421			26.421		Alto	Medio
3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red en las operaciones auxiliares de	NE							

	centrales eléctricas								
1	Emisiones provenientes de las generación de energía suministrada a la red		590.622	54	36	601.746		Alto	Bajo
	Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca		16.089	2	1	16.401	1.785		
1	Emisiones provenientes de la quema de combustible dentro de los límites de la ciudad		16.078	2	1	16.390	1.785	Alto	Medio
2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad		11			11		Alto	Medio
3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	NE							
	Fuentes no especificadas		34.615	4	2	35.343	3.639		
1	Emisiones provenientes de la quema de combustible dentro de los límites de la ciudad		34.615	4	2	35.343	3.639	Alto	Medio
2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad	NO							
3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red								
	Emisiones fugitivas provenientes de la		-	-	-	-	-		

	minería, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón								
1	Emisiones provenientes de las emisiones fugitivas dentro de los límites de la ciudad	NO	-	-	-	-	-		
	Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural		-	-	-	-	-		
1	Emisiones provenientes de las emisiones fugitivas dentro de los límites de la ciudad	NO	-	-	-	-	-		
	TRANSPORTE		986.175	485	90	1.023.580	55.624		
	Transporte por carretera		951.582	483	80	986.251	55.624		
1	Emisiones provenientes de la quema de combustible en transporte por carretera que se producen dentro de los límites de la ciudad		950.544	483	80	985.213	55.624	Alto	Medio
2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad para en transporte por carretera		1.038			1.038		Alto	Medio
3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad, y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	NE							
	Ferrovionario		25.656	1	10	28.320	-		

1	Emisiones provenientes de la quema de combustibles para el transporte ferroviario que se producen dentro de los límites de la ciudad		25.656	1	10	28.320		Alto	Medio
2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida para los ferrocarriles dentro de los límites de la ciudad	NO							
3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad, y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	NE							
	Navegación marítima, fluvial y lacustre		1.477	0	0	1.492	-		
1	Emisiones provenientes de la quema de combustible para la navegación marítima, fluvial y lacustre que se producen dentro de los límites de la ciudad		1.477	0	0	1.492		Alto	Medio
2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de la ciudad para navegación marítima, fluvial y lacustre	NO							
3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que	NE							

	se producen fuera de los límites de la ciudad, y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red								
	Aviación		7.460	0	0	7.517	-		
1	Emisiones provenientes de la quema de combustibles para la aviación que se producen dentro de los límites de la ciudad		7.460	0	0	7.517		Alto	Medio
2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida para aviación dentro de los límites de la ciudad	NO							
3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad, y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	NE							
	Transporte fuera de carretera			-	-	-	-		
1	Emisiones provenientes de la quema de combustible en transporte fuera de carretera que se producen dentro de los límites de la ciudad	IE							
2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red dentro de los límites de la ciudad	NO							

	para el transporte fuera de carretera								
3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad, y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	NE							
	RESIDUOS		11	25.032	55	715.469	-		
	Disposición de residuos sólidos		-	22.402	-	627.257	-		
1	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad y dispuestos en vertederos o basurales a cielo abierto dentro de los límites de la ciudad			4.996		139.900		Medio	Bajo
3	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad, pero dispuestos en vertederos o basurales a cielo abierto fuera de los límites de la ciudad			17.406		487.356		Alto	Bajo
1	Emisiones provenientes de los residuos generados fuera de los límites de la ciudad y dispuestos en vertederos o basurales a cielo abierto dentro de los límites de la ciudad	NO							
	Tratamiento biológico de residuos		-	8	1	397	-		

1	Emisiones provenientes de los residuos sólidos que se generan dentro de los límites de la ciudad que son tratados biológicamente dentro de los límites de la ciudad			8	1	397		Alto	Bajo
3	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad, pero tratados biológicamente fuera de los límites de la ciudad	NO							
1	Emisiones provenientes de los residuos generados fuera de los límites de la ciudad, pero tratados biológicamente dentro de los límites de la ciudad	NO							
	Incineración y quema a cielo abierto		11	-	-	11	-		
1	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados y tratados dentro de los límites de la ciudad	NO							
3	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad, pero tratados fuera de los límites de la ciudad		11			11		Alto	Bajo
1	Emisiones provenientes de los residuos generados fuera de los límites de la ciudad, pero tratados dentro de los límites de la ciudad	NO							

	Tratamiento y vertido de aguas residuales		-	2.622	54	87.804	-		
1	Emisiones provenientes de las aguas residuales generadas y tratadas dentro de los límites de la ciudad			2.622	54	87.804		Medio	Bajo
3	Emisiones provenientes de las aguas residuales generadas dentro de los límites de la ciudad, pero tratadas fuera de los límites de la ciudad	NO							
1	Emisiones provenientes de las aguas residuales generadas fuera de los límites de la ciudad, pero tratadas dentro de los límites de la ciudad	NO							
	Procesos industriales y usos de productos (IPPU)								
1	Emisiones provenientes de los procesos industriales que ocurren dentro de los límites de la ciudad	NE							
1	Emisiones provenientes de los procesos industriales que ocurren fuera de los límites de la ciudad	NE							
	Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU)								
1	Emisiones provenientes de la ganadería dentro de los límites de la ciudad	NE							
1	Emisiones provenientes del uso del suelo dentro de los límites de la	NE							

	ciudad								
1	Emisiones provenientes de las fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes de suelo distintas al CO2 dentro de los límites de la ciudad	NE							
	Otras emisiones de alcance 3								
3	Otras emisiones de alcance 3	NO							

- Fuentes necesarias para el reporte BÁSICO
- Fuentes necesarias para el territorio total, pero no para el reporte de nivel Básico/BÁSICO+
- Emisiones no aplicables

- + Fuentes requeridas para el reporte BÁSICO+

Anexo II
Organismos e instituciones fuente de información.

Institución	Contacto
Sector Energía Estacionaria	
	Secretaria Verónica Gese
Secretaría de Estado de la Energía de la Provincia de Santa Fe	
Usina Sorrento	
Ministerio de Energía y Minería de la Nación (M.E.M.N.)	Página WEB - https://www.minem.gob.ar/index.html
Municipalidad de Rosario	
Sector Transporte	
Ministerio de Energía y Minería de la Nación	Página WEB - http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2576
Ente de la Movilidad Rosario	Gerencia de Planificación Integral
SEMTUR - <u>Sociedad del Estado Municipal para el Transporte Urbano de Rosario-</u>	Jefe de Desarrollo y Mantenimiento Eléctrico
Sector residuos	
Estación de transferencia de Bella Vista	Administración – Planta de compostaje
Secretaria de Ambiente y Espacio Público, Planta de Compostaje	Administración – Planta de compostaje
Datos demográficos Municipalidad de Rosario – Página web	Censo Nacional de Población 2010 Provincia de Santa Fe - http://www.rosario.gov.ar/sitio/caracteristicas/indicadores.jsp

Intendencia de Rosario

Mónica Fein

Secretaría de Ambiente y Espacio Público: Marina Borgatello

Subsecretaría de Ambiente: María Cecilia Álvarez

Dirección de Innovación y Calidad Ambiental: Daniela Mastrángelo

Equipo de Trabajo:

La elaboración del inventario de gases de efecto invernadero de la ciudad de Rosario, surgió desde la Municipalidad de Rosario, bajo la responsabilidad de la Secretaría de Ambiente y Espacio Público, en particular de la Dirección de Innovación y Calidad Ambiental. Para su desarrollo, se firmaron convenios con la Universidad Nacional de Rosario (UNR), la Universidad Católica Argentina (UCA) y la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rosario (UTN-FRRo).

Municipalidad de Rosario

Coordinación: Marcelo Vega (Secretaría de Ambiente y Espacio Público)

Integrantes:

Mariana Ramallo (Secretaría de Ambiente y Espacio Público)

Gisela Trossero (Ente de la Movilidad Rosario)

María Belén González (Secretaría de Ambiente y Espacio Público)

Universidad Católica Argentina (UCA)

Javier Gómez Insausti (Coordinador)

Lucía Céspedes

Nair Ziomara Mathey- Doret

Ligia Formica

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rosario (UTN-FRRo)

Jorge Nocino (Coordinador)

Brenda Maurici

Jimena Vila

Universidad Nacional de Rosario- Facultad de Ciencias Exactas, Agrimensura e Ingeniería (UNR/FCEIA)

Rubén Piacentini (Asesor Científico)

Natalia Rausch

Almerix

Sofía Garro (Consultora de Inventarios de GEI)

Agradecimientos

Desde el equipo de trabajo se agradece la colaboración de las siguientes instituciones que aportaron información para llevar adelante el Primer Inventario de GEI de la ciudad de Rosario bajo las directrices GPC, ellas son:

Central Térmica Sorrento S.A.

Litoral Gas S.A.

Secretaría de Estado de la Energía de la Provincia de Santa Fé

EPE - Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe

FEPSA- FerroExpreso Pampeano S.A

SOFSE - Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado- Trenes Argentinos Operaciones

IMAE – Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras – Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y

Agrimensura – Universidad Nacional de Rosario