



**GreenLabUC**

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

**“Consultoría para la elaboración de una guía de mejores técnicas y tecnologías para la reducción de emisiones de GEI en oficinas y en el sector agrícola”**

**Estudio solicitado por Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo**

**Informe Final**

**Santiago, 14 de diciembre de 2017**

**Equipo de Trabajo**

Camila Cabrera, Ingeniero Civil Industrial  
M.Sc. en Política y Regulación Ambiental  
[cpcabrer@uc.cl](mailto:cpcabrer@uc.cl)

Luis Abdón Cifuentes Lira, Ingeniero Civil Estructural  
Ph.D. en Ingeniería y Políticas Públicas  
[lac@ing.puc.cl](mailto:lac@ing.puc.cl)

José Miguel Valdés, Ingeniero Civil Industrial  
Diploma en Ingeniería Eléctrica  
[jmvaldes@uc.cl](mailto:jmvaldes@uc.cl)

Francisco Durán, Ingeniero Civil Industrial  
Diploma en Ingeniería Ambiental  
[fjduran@uc.cl](mailto:fjduran@uc.cl)

## Tabla de Contenidos

<b>1. Antecedentes.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos del estudio .....</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo general .....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
<b>3. Inventarios de oficinas: indicadores de intensidad.....</b>	<b>4</b>
3.1 Levantamiento de inventarios.....	4
3.2 Fuentes principales de emisión .....	8
3.3 Indicadores de intensidad .....	13
3.3.1 Alcance 1 .....	16
3.3.2 Alcance 2 .....	23
3.3.3 Alcance 3 .....	25
<b>4. Mejores técnicas y tecnologías para la reducción de emisiones de GEI en oficinas .....</b>	<b>39</b>
4.1 Medidas identificadas .....	39
4.2 Proceso de jerarquización .....	44
4.3 Evaluación de medidas priorizadas.....	47
<b>5. Guía de mejores técnicas y tecnologías disponibles para la reducción de emisiones GEI del sector organizacional.....</b>	<b>52</b>
<b>6. Reducciones de emisiones GEI sector agrícola.....</b>	<b>54</b>
6.1 Selección de técnicas y tecnologías del sector agrícola.....	54
6.2 Estimación de reducción de emisiones .....	55
<b>7. Bibliografía.....</b>	<b>59</b>
<b>8. Anexos .....</b>	<b>61</b>
8.1 Factores de emisión por fuente de emisión.....	61
8.2 Fuentes de información revisadas para la identificación de las fuentes .....	65
8.3 Supuestos utilizados para modelación de caso base (BAU).....	67
8.4 Supuestos utilizados para la modelación del escenario de implementación de medidas	68
8.5 Guía MTD en el sector de oficinas .....	69

## Lista de Tablas

Tabla 3-1 Número de huellas de carbono de instituciones públicas por tipo de institución .....	6
Tabla 3-2 Número de huellas de carbono de instituciones privadas por rubro.....	7
Tabla 3-3 Número de huellas de carbono sector organizacional por tipo de institución.....	8
Tabla 3-4 Clasificación de las fuentes de emisión .....	10
Tabla 3-5: Emisiones anuales alcance 1 por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ] .....	17
Tabla 3-6: Emisiones anuales alcance 1 por zona [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ] .....	18
Tabla 3-7: Emisiones anuales de fuentes fijas por zona [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ] .....	20
Tabla 3-8: Emisiones anuales de fuentes móviles por zona [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ] .....	21
Tabla 3-9: Consumo anual de energía de fuentes fijas [kWh/m <sup>2</sup> ].....	22
Tabla 3-10: Emisiones anuales alcance 2 por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ] .....	23
Tabla 3-11: Consumo anual energético por institución [kWh/m <sup>2</sup> ].....	24
Tabla 3-12: Consumo anual energético de clúster [kWh/m <sup>2</sup> ] .....	25
Tabla 3-13: Emisiones anuales alcance 3 por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario].....	26
Tabla 3-14: Emisiones movilización de personas de agrupación [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	28
Tabla 3-15: Emisiones anuales de viajes aéreos de negocio y/o trabajo por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	29
Tabla 3-16: Emisiones anuales de viajes aéreos internacionales por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	30
Tabla 3-17: Emisiones anuales de viajes aéreos nacionales por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	31
Tabla 3-18: Emisiones anuales de tratamiento y disposición de residuos [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	32
Tabla 3-19: Emisiones anuales asociadas al consumo de papel por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	33
Tabla 3-20: Emisiones anuales asociadas al consumo de papel de agrupación [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	34
Tabla 3-21: Emisiones anuales asociadas al consumo de agua por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	35
Tabla 3-22: Emisiones anuales asociadas al consumo de agua de la agrupación de instituciones [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	36
Tabla 3-23: Emisiones anuales asociadas al consumo de tinta por institución [kgCO <sub>2</sub> /funcionario] .....	37
Tabla 3-24: Emisiones anuales asociadas al consumo de tinta de agrupación de instituciones [kgCO <sub>2</sub> /funcionario] .....	38
Tabla 4-1 Medidas recopiladas de fuentes de alcance 1 .....	40
Tabla 4-2: Medidas recopiladas alcance 2 .....	40
Tabla 4-3: Medidas recopiladas alcance 3 .....	42
Tabla 4-4: Puntaje de ponderadores de criterios .....	46
Tabla 4-5: Acciones consideradas en el análisis económico .....	48
Tabla 4-6: Resultados evaluación económica [CLP/año] .....	50

Tabla 4-7 Emisiones evitadas por medida evaluada [kgCO <sub>2</sub> e/año] .....	50
Tabla 6-1: Documentos de APL analizados.....	54
Tabla 6-2: Guías MTD analizadas .....	55
Tabla 6-3: Descripción de la herramienta .....	56
Tabla 6-4: Emisiones caso base [kgCO <sub>2</sub> e/ha].....	58
Tabla 6-5: Emisiones dosificación del fertilizante según requerimiento [kgCO <sub>2</sub> e/ha] .....	58
Tabla 6-6: Emisiones evitadas debido a la dosificación del fertilizante.....	58
Tabla 8-1 Factores de emisión por fuente de emisión para alcance 1 .....	61
Tabla 8-2 Factores de emisión por fuente de emisión para alcance 2 .....	62
Tabla 8-3 Factores de emisión por fuente de emisión para alcance 3 .....	63
Tabla 8-4 Tabla resumen de fuentes revisadas durante la identificación de medidas .....	65
Tabla 8-5: Supuestos generales utilizados para BAU en las diferentes medidas .....	67
Tabla 8-6: Supuestos escenario de implementación de medidas .....	68

## Lista de Figuras

Figura 3-1: Emisiones por alcance .....	11
Figura 3-2: Emisiones alcance 1 .....	12
Figura 3-3: Emisiones alcance 2 .....	12
Figura 3-4: Emisiones alcance 3 .....	13
Figura 3-5 Emisiones anuales por alcance [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ] .....	14
Figura 3-6: Emisiones anuales por alcance [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario].....	15
Figura 3-7: Emisiones anuales alcance 1 por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ] .....	16
Figura 3-8: Emisiones anuales alcance 1 por zona [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ] .....	18
Figura 3-9: Emisiones anuales de fuentes fijas por zona [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ].....	19
Figura 3-10: Emisiones anuales de fuentes móviles por zona [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ] .....	20
Figura 3-11: Consumo anual de energía de fuentes fijas por zona [kWh/m <sup>2</sup> ] .....	21
Figura 3-12: Consumo anual de energía de fuentes fijas por zona [kWh/m <sup>2</sup> ] .....	22
Figura 3-13: Emisiones anuales alcance 2 por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ] .....	23
Figura 3-14: Consumo anual energético por institución [kWh/m <sup>2</sup> ] .....	24
Figura 3-15: Consumo anual energético de clúster [kWh/m <sup>2</sup> ].....	25
Figura 3-16: Emisiones anuales alcance 3 por funcionario [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	26
Figura 3-17: Emisiones anuales de movilización de personas por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	27
Figura 3-18: Emisiones anuales de movilización de personas por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	28
Figura 3-19: Emisiones anuales por viajes aéreos de negocio y/o trabajo por tipo de institución [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	29
Figura 3-20: Emisiones anuales de viajes aéreos internacionales de negocio [kgCO <sub>2</sub> e/funcionario] .....	30

Figura 3-21: Emisiones anuales de viajes aéreos nacionales por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario] .....31

Figura 3-22: Emisiones anuales de tratamiento y disposición de residuos [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario] .....32

Figura 3-23: Emisiones anuales asociadas al consumo de papel por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario] .....33

Figura 3-24: Emisiones anuales asociadas al consumo de papel de agrupación de instituciones [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario] .....34

Figura 3-25: Emisiones anuales asociadas al consumo de agua por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario] .....35

Figura 3-26: Emisiones anuales asociadas al consumo de agua de la agrupación de instituciones [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario] .....36

Figura 3-27: Emisiones anuales asociadas al consumo de tinta por institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario] .....37

Figura 3-28: Emisiones anuales asociadas al consumo de tinta de agrupación de instituciones [kgCO<sub>2</sub>/funcionario] .....38

Figura 4-1 Resultados del proceso de jerarquización de criterios.....46

## 1. Antecedentes

De acuerdo con el “Segundo Informe Bienal de Actualización de Chile” (MMA, 2016), en el año 2013 las emisiones de Chile alcanzarían 109.909 Gg CO<sub>2</sub>eq, sin considerar el sector FOLU. Esto se traduce en un crecimiento anual promedio del inventario de emisiones de 6% desde el año 2010. Del detalle del inventario se desprende que la principal fuente de emisiones corresponde al sector energía (~78%). Al respecto, Chile ha tomado compromisos de forma voluntaria que implican esfuerzos importantes, comprometiendo reducir la intensidad de sus emisiones<sup>1</sup> en un 30% (Gobierno de Chile, 2015).

El Programa de Fomento de Capacidades en Desarrollo Bajo en Emisiones (LECB-Chile), con financiamiento de la Comisión Europea, el Gobierno de Alemania y el Gobierno de Australia, ha sido un aporte relevante, desde el año 2012, en la realización de iniciativas de mitigación por parte del Gobierno de Chile. El proyecto fortalece iniciativas tales como: el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SNICHILE), definiciones de estrategias de desarrollo bajo en carbono (LEDS) y esfuerzos de mitigación en el país en el sector privado a través del programa HuellaChile.

El programa HuellaChile, del cual GreenlabUC participó en su diseño, surge desde el Ministerio del Medio Ambiente con el objetivo de fomentar la cuantificación, reporte y gestión de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel organizacional en el ámbito público y privado y se ha desarrollado en dos etapas. La primera etapa ejecutada durante los años 2013 y 2014 correspondió al diseño y planificación del programa, período durante la cual se diseñó la herramienta de cálculo de emisiones de GEI y un plan piloto de aplicación. Bajo la segunda etapa, iniciada en el año 2015, se ha estado implementando el programa incluyendo la participación de distintas organizaciones y específicamente la ejecución de las siguientes actividades:

- Difusión y capacitación a distintas organizaciones sobre el programa HuellaChile.
- Mejoras en la herramienta de cálculo con la incorporación de nuevas fuentes y factores de emisión.
- Entrega de primeros reconocimientos a organizaciones participantes.
- Incorporación de requisito de contratación pública del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), a través de puntaje para fomentar a los proveedores a unirse al programa y empezar a calcular sus emisiones de GEI, de manera que, a mediano y largo plazo, adopten medidas de reducción.

Una de las actividades de interés a potenciar en el programa es la reducción de emisiones de GEI en oficinas, incluyendo el MMA, Municipalidades, así como otros establecimientos públicos y privados y otros sectores.

---

<sup>1</sup> Intensidad medida en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes por unidad de PIB en millones de CLP2011

La presente consultoría tiene como objetivo apoyar la generación de información para el fomento de la implementación de acciones de reducción de emisiones de GEI en oficinas públicas y privadas, como también en el sector agrícola.

## **2. Objetivos del estudio**

A continuación, se presentan los objetivos del estudio de acuerdo con las bases técnicas del mismo.

### **2.1 Objetivo general**

Generar información para el fomento de acciones de reducción de las emisiones de GEI en oficinas públicas, privadas y en el sector agrícola.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a. Identificar indicadores de intensidad y principales fuentes de emisión de GEI de oficinas públicas y privadas para la gestión de GEI.
- b. Evaluar técnicas y tecnologías que tengan mayor impacto en la reducción de GEI en oficinas públicas y privadas.
- c. Elaboración de una guía de las mejores técnicas y tecnologías disponibles propuestas para generar reducción de emisiones de GEI en oficinas públicas y privadas.
- d. Estimar las reducciones de emisiones de GEI de tres técnicas y tecnologías identificadas en sectores específicos.

### **3. Inventarios de oficinas: indicadores de intensidad**

Los inventarios de emisiones representan la contabilización numérica de la liberación o absorción antropogénica de cada uno de los GEI en un área y en un periodo específico, generalmente correspondiente a un año calendario. Estos tienen como objetivo determinar la magnitud de las emisiones y absorciones de GEI que son atribuibles directamente a la actividad humana (SNI Chile, 2014).

A modo general la relevancia de los inventarios es relevante, pues sistematiza la información respecto a las emisiones de GEI, permitiendo no sólo comparar entre distintas instituciones o países, sino que facilitando una gestión informada de éstas. Entre los beneficios que proporciona un inventario de emisiones, se encuentra la capacidad de identificar las fuentes principales, entregando además información relevante para evaluar opciones de mitigación de GEI, lo cual permite una orientación a la elaboración de estrategias de desarrollo bajas en emisiones.

En base a lo anterior, se procedió a realizar un levantamiento de información sobre inventarios de emisiones de GEI en el sector organizacional con el fin de analizar la realidad nacional, identificar las diferentes fuentes de emisión y proponer indicadores de intensidad, junto con rangos deseables de emisión que deberían tener tanto instituciones públicas como privadas, que cuenten con actividades de oficina. De esta forma, proponer medidas de mitigación que permitan reducir las emisiones de GEI del sector organizacional.

#### **3.1 Levantamiento de inventarios**

El levantamiento de información distingue entre dos tipos de instituciones: las públicas y las privadas. Mientras para las primeras se cuenta con detalle, no sólo de las emisiones, sino que de los niveles de actividad, en las segundas solo se cuenta con información agregada por alcance de sus emisiones.

Las huellas de carbono del sector público fueron obtenidas a través de dos fuentes de información; el programa HuellaChile y por solicitud de información a través de la Ley de Transparencia. El programa HuellaChile facilitó la información de 38 instituciones públicas, número que incluye a municipalidades, ministerios, superintendencias, SEREMIS y universidades públicas, mientras que mediante la Ley de Transparencia, se logró recolectar la información del resto de las instituciones. Específicamente, se solicitó información a tres instituciones públicas: Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Obras Públicas y la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnología (CONICYT). Es importante mencionar

que el estudio de huella de carbono del Ministerio de Relaciones Exteriores y del Ministerio de Obras Públicas incluyó a siete<sup>2</sup> y once<sup>3</sup> departamentos y/o direcciones, correspondientemente.

Por otra parte, las huellas de carbono del sector privado fueron recopiladas a través de tres canales de información. El primero consistió en información otorgada por el programa HuellaChile, que proporcionó la información de 43 instituciones que reportan emisiones en su plataforma. El segundo canal de información fue la base de datos del GRI<sup>4</sup>. Este programa, mediante sus estándares, incentiva a instituciones privadas al reporte público de sus impactos económicos, ambientales y sociales, junto con sus contribuciones al logro de un objetivo de desarrollo sustentable (Global Reporting Initiative, 2016). De esta forma, se realizó una búsqueda de reportes sustentables de instituciones privadas de Chile, cuyas emisiones se encuentren asociadas a actividades de oficina, lo cual concluyó en la recopilación de reportes de 15 instituciones. Finalmente, el tercer canal de información fue directo y consistió en la huella de carbono de la Pontificia Universidad Católica, la cual fue solicitada internamente por el equipo consultor.

De un total de 181 huellas de carbono, 75 corresponden a 57 instituciones públicas diferentes. El análisis de huellas de carbono del sector privado incluyó un total de 106 estudios, que involucra a 59 instituciones diferentes.

El resultado del levantamiento de información de instituciones públicas se presenta en la Tabla 3-1. En esta, las instituciones fueron categorizadas según sus características y actividades en los siguientes rubros:

- Ministerio: Subsecretaría del Medio Ambiente, Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Obras Públicas, CONICYT y CONAMA
- Municipalidad: Municipalidades de Vichuquén, Calera de Tango, Cartagena, Colina, Gorbea, Huechuraba, La Ligua, Lautaro, Providencia, Puerto Cisnes, Puerto Natales, San Antonio, Traiguén, Villarica, Vitacura, Padre las Casas y Santiago
- SEREMI: SEREMIS del medio ambiente
- Superintendencia: Superintendencia de Valores y Seguros, y de Bancos e Instituciones Financieras
- Universidad: Universidad de Magallanes

Por una parte, se observa que la mayor cantidad de información se concentra entre los años 2014 y 2015, que es cuando se inicia la implementación del programa HuellaChile. Por otra

---

<sup>2</sup> Edificio Institucional, Academia Diplomática, Misión de Chile ante la ONU, Consulado general de Chile en San Francisco, Misión de Chile ante la UE, Embajada de Chile en Beijing y Embajada de Chile en Brasil

<sup>3</sup> Dirección de Arquitectura, Dirección de Aeropuertos, Dirección de Contabilidad y Finanzas, Dirección General de Aguas, Dirección General de Obras Públicas, Dirección de Planeamiento, Dirección de Obras Hidráulicas, Dirección de Obras Portuarias, Dirección de Vialidad, Fiscalía y Subsecretaría de Obras Públicas

<sup>4</sup> *Global Reporting Initiative*, <http://database.globalreporting.org/>

parte, el año 2010 incluye la información de los estudios solicitados por la Ley de Transparencia a las instituciones indicadas anteriormente.

**Tabla 3-1 Número de huellas de carbono de instituciones públicas por tipo de institución**

Tipo de Institución	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Ministerio	1	19	1	1	1	1			24
Municipalidad						1	16	1	18
SEREMI						15	15		30
Superintendencia							2		2
Universidad							1		1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>1</b>	<b>75</b>

Fuente: Elaboración propia

En relación a las instituciones privadas, el resultado de la recopilación de información se muestra en la Tabla 3-2. En esta, se puede observar que el rubro de instituciones es variado. La clasificación de las instituciones se realizó siguiendo la categorización que utiliza el GRI en su base de datos. Las instituciones incluidas en cada una de estas categorías son las siguientes:

- Aeropuerto: Nuevo Pudahuel
- Asesoría: Proyectae y Riverambiente consultores
- Construcción: Cintac
- Curtiembre: Curtiembre Rufino Melero
- Energía: Colbún, Geotérmica del Norte, GNL Mejillones S.A. y Chilectra
- Fabrica acero: Gerdau Chile
- Financiera: Banco Santander, Scotiabank, Falabella Financiero, Corpbanca y Banco de Chile
- Hotel: Hotel Serena Suite
- Minería: Cia. Minera Doña Inés de Collahuasi
- Producción de alimentos: Lucchetti y Tresmontes Lucchetti
- Retail: Falabella, Easy Cencosud, Johnson Cencosud, Jumbo Cencosud
- Servicios generales: Sodexo
- Tecnología: Raylex diginet, Raylex Representaciones y Servicios, y Raytech
- Telecomunicación: Entel y VTR
- Terminal portuario: Antofagasta Terminal Internacional, Iquique Terminal Internacional, San Vicente Terminal Internacional y Puerto Ventanas
- Transporte pasajeros: Turbus
- Transporte comercial: Chilexpress
- Universidad: Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Tecnológica Metropolitana, Universidad Mayor
- Valorización de residuos: Enfaena
- Vitivinícola: Cooperativa Agrícola Vitivinícola Loncomilla y Viña Concha y Toro

**Tabla 3-2 Número de huellas de carbono de instituciones privadas por rubro**

Tipo de Institución (GRI)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Aeropuerto						1	1
Asesoría				1	2		3
Construcción					2	2	4
Curtiembre				1			1
Energía		1	1	2	4	1	9
Fabrica acero	1	1	1	1	1	1	6
Financiera				1	7	3	11
Hotel						1	1
Minería		1	1	1	1		4
Producción de alimentos					4	1	5
Retail				2	4	14	20
Servicios generales					1	1	2
Tecnología						3	3
Telecomunicación				1	1	1	3
Terminal portuario			1	4	3	1	9
Transporte pasajeros				1	1		2
Transporte comercial				1	1		2
Universidad			4	5	1	1	11
Valorización de residuos					1	1	2
Vitivinícola	1	1	1	1	1	2	7
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>106</b>

Fuente: Elaboración propia

Entre las instituciones públicas, los datos de la huella de carbono de la Ilustre Municipalidad de Santiago fueron excluidos del análisis debido a que reporta consumos externos al edificio consistorial y otras dependencias municipales (servicios de salud, colegios municipales, entre otros), lo cual considera actividades que no corresponden al sector organizacional. En cuanto a las instituciones privadas, la categorización incluida en la Tabla 3-2 incluye instituciones cuyas emisiones involucran procesos industriales o bien, no se caracterizan por estar relacionadas con actividades de oficina. Debido a esto, se procedió a realizar una selección de aquellos rubros que se caractericen en desarrollar este tipo de actividades. De esta manera, los estudios incluidos y que se utilizarán como base para el posterior análisis se resumen en la Tabla 3-3.

**Tabla 3-3 Número de huellas de carbono sector organizacional por tipo de institución**

Tipo de Institución	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
<b>Público</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>33</b>	<b>1</b>	<b>74</b>
Ministerio	1	19	1	1	1	1			24
Municipalidad						1	15	1	17
SEREMI						15	15		30
Superintendencia							2		2
Universidad							1		1
<b>Privado</b>					<b>4</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>32</b>
Asesoría						1	2		3
Financiera **						1	7	3	11
Telecomunicación *						1	1	1	3
Transporte de pasajeros *						1	1		2
Transporte comercial *						1	1		2
Universidad					4	5	1	1	11
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>27</b>	<b>46</b>	<b>6</b>	<b>106</b>

\*Solo se consideran las emisiones de Alcance 2, pues los alcances 1 y 3 incluyen emisiones asociadas a actividades particulares de instituciones de estos rubros.

\*\* Solo se reporta el consumo energético agregado. Se usa un factor de emisión promedio para estimar las emisiones de alcance 2, suponiendo que todo el consumo corresponde a electricidad.

Fuente: Elaboración propia

El levantamiento de información concluyó con un total de 106 huellas de carbono, de las cuales 74 corresponden al sector público y 32 al sector privado. El sector público quedó integrado por los ministerios, municipalidades, SEREMI, superintendencias y universidades. En cuanto al sector privado, quedó conformado por instituciones de asesorías, financieras, servicios generales, telecomunicación, transporte de pasajeros, transporte comercial y universidades. La mayoría de las huellas de carbono son del año 2014 y 2015, lo cual nos permite realizar un análisis con información contingente de emisiones GEI. Finalmente, de las instituciones pertenecientes al rubro financiero, telecomunicación, transporte de pasajeros y transporte comercial solo se consideraron las emisiones correspondientes al alcance 2, lo cual será explicado y definido en la sección 3.2.

### 3.2 Fuentes principales de emisión

Con la información levantada de los inventarios de emisiones de GEI a nivel organizacional asociados a actividades de oficina, se procedió a identificar las principales actividades y fuentes de emisión de establecimientos de oficinas.

Las huellas de carbono corporativas se desagregan en tres alcances. El *Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol), la cual es una iniciativa impulsada por diferentes instituciones con el fin de desarrollar estándares internacionalmente aceptados de contabilización y reporte de GEI para instituciones (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute, 2004), los define como:

- Alcance 1: Emisiones GEI directas que provienen de fuentes propias de la institución

- Alcance 2: Emisiones GEI indirectas asociadas al consumo y distribución de energía
- Alcance 3: Emisiones GEI indirectas que no se encuentran controladas por la institución

Cada alcance agrupa las diferentes fuentes de emisión según una clasificación general que permite caracterizar sus diferentes orígenes. En este estudio se incluyeron aquellas clasificaciones que se encuentran relacionadas con actividades de oficina y que fueron usadas en las huellas de carbono recopiladas. Así, la categorización de las fuentes quedó conformada de la siguiente manera:

- Alcance 1:
  - Fuentes fijas: Emisiones producidas por la combustión de combustibles en fuentes estacionarias (calderas, turbinas, entre otras)
  - Fuentes móviles: Emisiones producidas por la combustión de combustibles en fuentes móviles controladas por la compañía (autos, buses, camiones, entre otras)
  - Emisiones fugitivas: Emisiones fugitivas producidas tanto de forma intencional como no intencional (fugas de refrigerantes en equipos de aire acondicionado o refrigeración, filtraciones de equipos, entre otras)
- Alcance 2
  - Adquisición de electricidad: Emisiones producidas por la generación de la electricidad consumida por la institución
- Alcance 3
  - Bienes y servicios adquiridos: Emisiones producidas por el uso de productos y bienes adquiridos (papel, agua, tinta consumida, entre otras)
  - Movilización de personas: Emisiones producidas por la movilización del personal desde y hacia las instituciones producto del trabajo
  - Transporte de residuos: Emisiones asociadas al transporte de residuos generados por la institución
  - Transporte de insumos: Emisiones asociadas al transporte de compras y materiales
  - Tratamiento y/o disposición de residuos: Emisiones asociadas a la cantidad de residuos generados por la institución
  - Viajes de negocios/trabajo aéreos: Emisiones producidas por viajes de negocios de sus empleados

La clasificación de las fuentes de emisión correspondientes a cada alcance se resume en la Tabla 3-4.

**Tabla 3-4 Clasificación de las fuentes de emisión**

Alcance	Clasificación
<b>Alcance 1</b>	Fuentes fijas
	Fuentes móviles
	Emisiones Fugitivas
<b>Alcance 2</b>	Adquisición de electricidad
<b>Alcance 3</b>	Bienes y servicios adquiridos
	Movilización de personas
	Transporte de residuos
	Transporte de insumos
	Tratamiento y/o disposición de residuos
	Viajes de negocios/trabajo aéreos

En sus directrices para la elaboración de inventarios nacionales el IPCC (IPCC et al., 2006) define las fuentes de emisión como todas aquellas emisiones que provengan de fuentes fijas o estacionarias, de fuentes móviles, de procesos y de forma fugitiva. Todas estas emisiones pueden ser producidas de forma directa o indirecta. De esta forma, considerando la definición anterior y la clasificación que se observa en la Tabla 3-4, se identificaron diversas fuentes por alcance, las cuales se encuentran resumidas en el anexo 8.1.

El resultado sistematizado de las emisiones por alcance de las instituciones del sector organizacional se puede observar en la Figura 3-1. Tal como se mencionó en la sección 3.1, de las instituciones del rubro financiero, transporte de pasajeros, transporte comercial y telecomunicación solo se consideraron las emisiones correspondientes al alcance 2. Por una parte, las instituciones financieras no reportan sus emisiones por alcance, sin embargo, publican sus consumos de energía, lo cual se puede considerar como una fuente de emisión indirecta asociada al alcance 2. De esta manera, estas instituciones solo se incluirán en el análisis del alcance 2 en la sección 3.3.2.

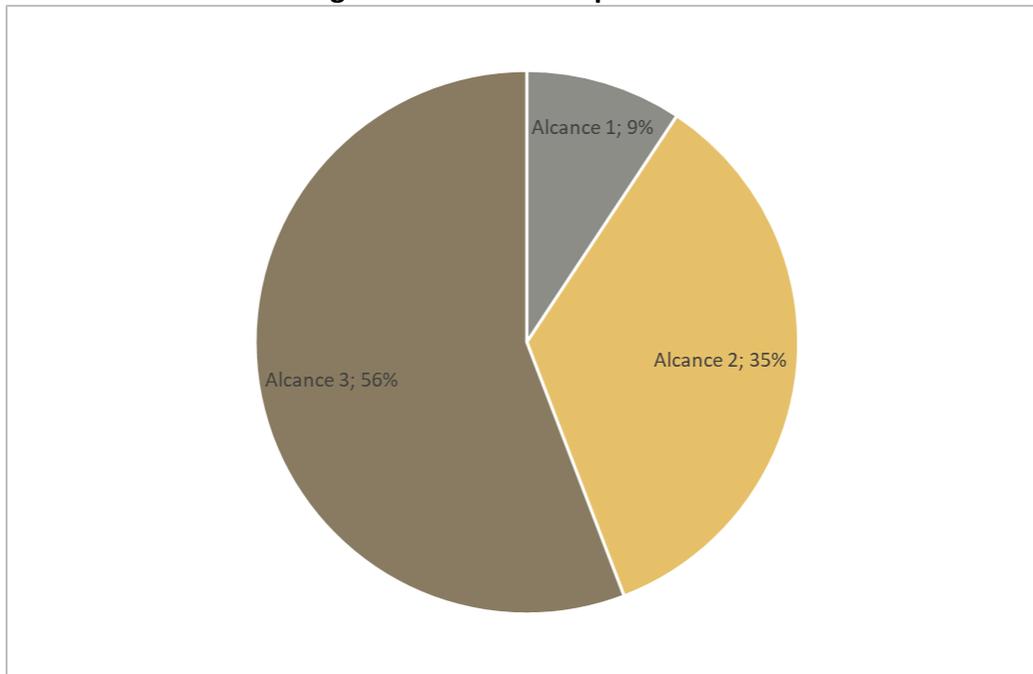
Por otra parte, las instituciones del rubro de transporte de pasajeros, transporte comercial y telecomunicaciones, reportan emisiones en el alcance 1 y 3 que no se encuentran incluidas en actividades de oficina. Por ejemplo, las empresas de transporte reportan emisiones de todas sus fuentes móviles en el alcance 1, lo que incluye el consumo de combustible de sus buses de transporte de personas y productos. Por lo tanto, con el objetivo de que el análisis de emisiones sea representativo, estas instituciones, al igual que las del rubro financiero, solo se incluirán en el análisis del alcance 2 en la sección 3.3.2.

De acuerdo con lo observado en la Figura 3-1 las emisiones asociadas al sector organizacional fundamentalmente están agrupadas en el alcance 2 y alcance 3. Lo anterior sigue la lógica de que el sector organizacional no es un sector intensivo en el uso de combustibles, dado que no contienen procesos productivos en sus funciones regulares. En la Figura 3-2 se observa que las emisiones de alcance 1 corresponden en un 88% al consumo de combustible en fuentes móviles, mientras que la fracción restante corresponde al consumo de combustible en fuentes fijas, presumiblemente de calefacción.

En la Figura 3-3 se presenta un desglose de las emisiones del alcance 2, según el sistema interconectado de origen de la electricidad consumida. Se observa que el 99% de la electricidad adquirida proviene del Sistema Interconectado Central (SIC). Lo anterior es relevante pues las diferentes matrices energéticas, resultan en diferentes niveles de emisión, por ejemplo, el SING puede llegar a tener el doble de emisiones por unidad de energía que el SIC. Lo anterior tendrá impacto en el peso relativo que tendrá el alcance 2 frente a los otros dos alcances.

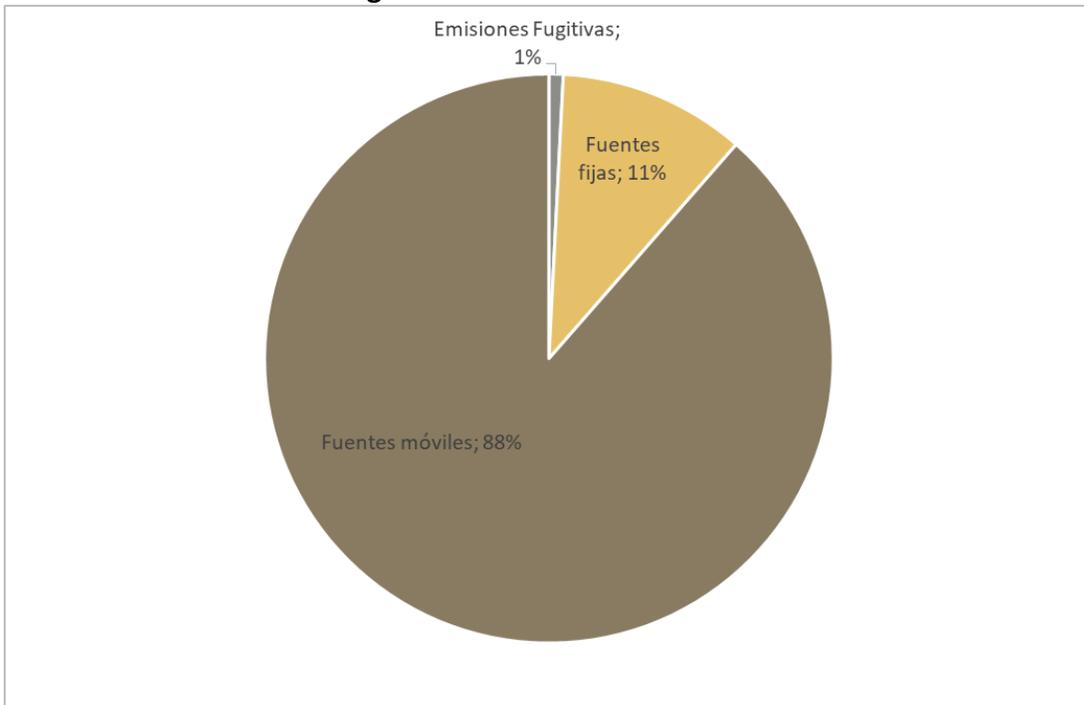
Finalmente, en la Figura 3-4 se puede observar que el 63% de las emisiones del alcance 3 se encuentran asociadas a la movilización de trabajadores. Además, el 20% de las emisiones provienen de los viajes de negocio que realizan las instituciones. Ambas clasificaciones agrupan el 83% de las emisiones de las instituciones.

**Figura 3-1: Emisiones por alcance**



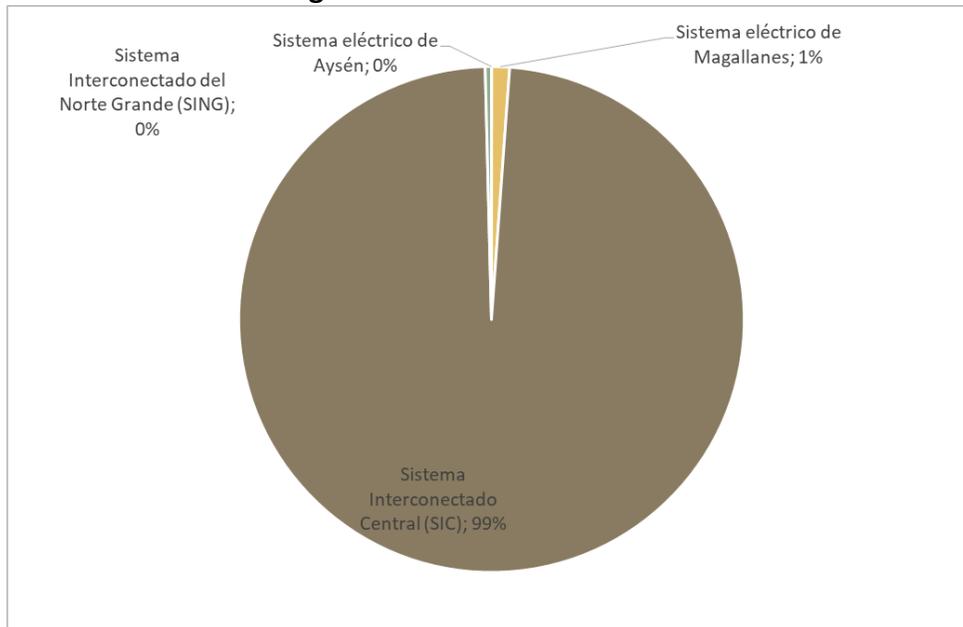
Fuente: Elaboración propia

**Figura 3-2: Emisiones alcance 1**

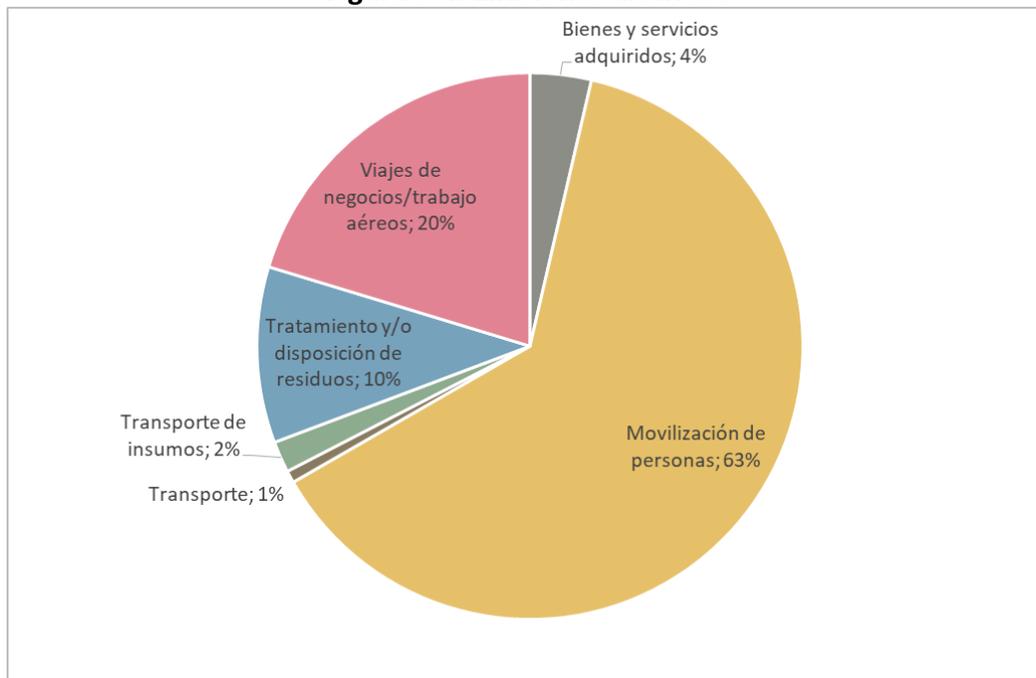


Fuente: Elaboración propia

**Figura 3-3: Emisiones alcance 2**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3-4: Emisiones alcance 3**

Fuente: Elaboración propia

En vista de los resultados anteriores se identifica que las principales fuentes de emisión del sector organizacional corresponden al consumo de electricidad y a la movilización de los trabajadores. Otras fuentes relevantes son los viajes de negocios y el consumo de combustibles en fuentes móviles controladas por la institución (alcance 1).

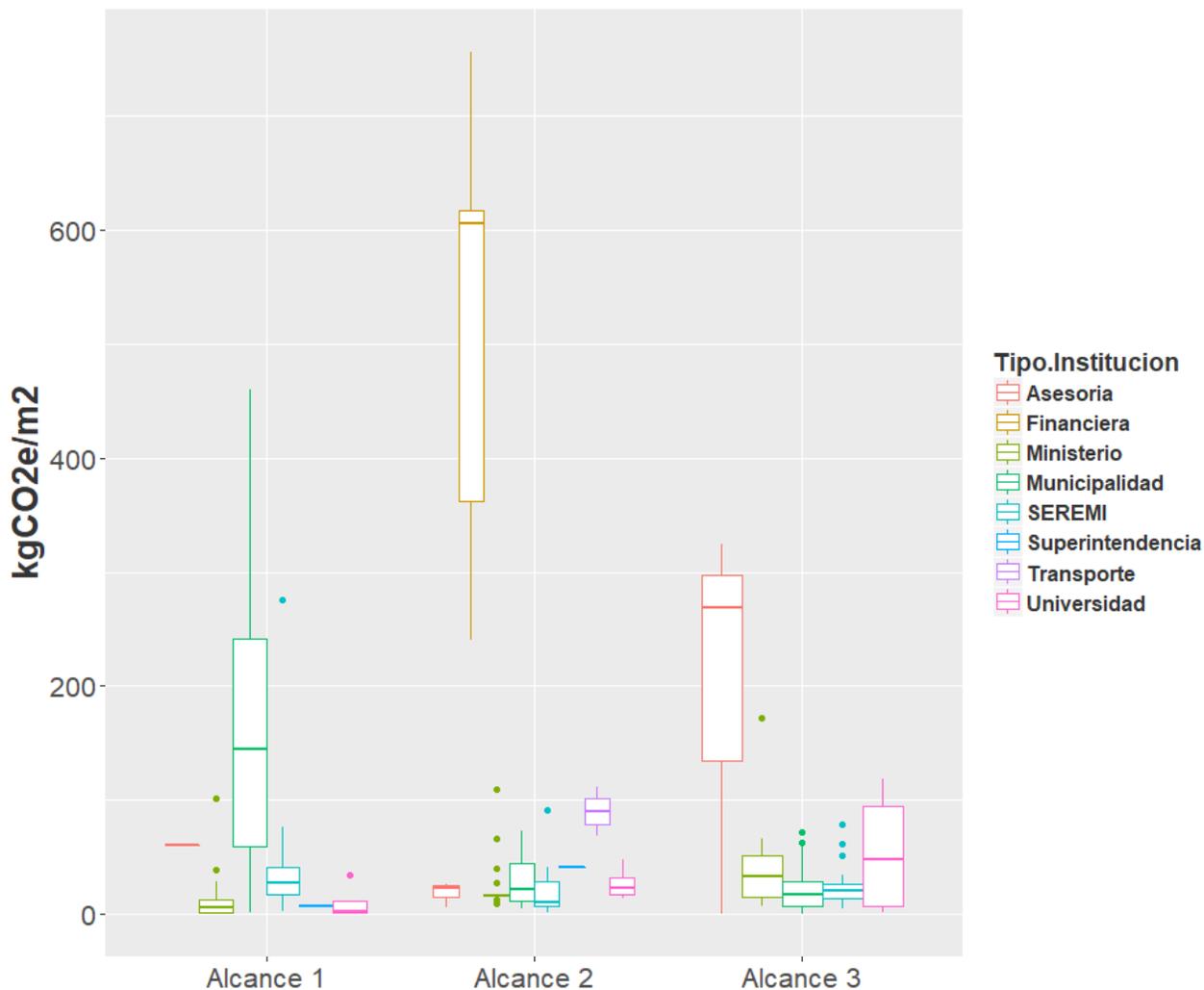
### 3.3 Indicadores de intensidad

Con el fin de realizar un seguimiento y comparación temporal y espacial de las instituciones pertenecientes al sector organizacional, se identificaron diferentes indicadores de intensidad de actividad por alcance. Dada la disponibilidad de información, y con el fin de que los resultados sean útiles, los indicadores de intensidad serán unitarios con base en la superficie construida o el número de funcionarios. Es importante destacar que, debido a la falta de información sobre la superficie construida y la cantidad de funcionarios de algunas instituciones, se ha optado por excluir a aquellas que no presenten estos datos. El objetivo de lo anterior es presentar resultados que sean representativos utilizando indicadores que permitan comparar las diferentes categorías de instituciones.

En la Figura 3-5 se presentan las emisiones por unidad de superficie por cada uno de los alcances y tipo de institución. Se observa que las emisiones de los rubros muestran un comportamiento variado por alcance. Además, se observa que las instituciones financieras presentan mayores emisiones en el alcance 2 en comparación al resto de las instituciones, lo anterior responde a las características particulares de estas instituciones: intensas en

iluminación y en el uso de sistemas computacionales para la atención de clientes y respaldo de su información. Las municipalidades con un enfoque en el servicio a los vecinos también destacan con un alto consumo de combustible (alcance 1). En el alcance 3 se observan variaciones muy amplias entre los distintos tipos de institución, esta variación no se condice con un relato lógico que, por ejemplo, explique la causa de que las asesorías tengan más del doble de emisiones que el resto de las instituciones. Lo anterior hace cuestionar la validez de este indicador para las emisiones del alcance 3.

**Figura 3-5 Emisiones anuales por alcance [kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>]**



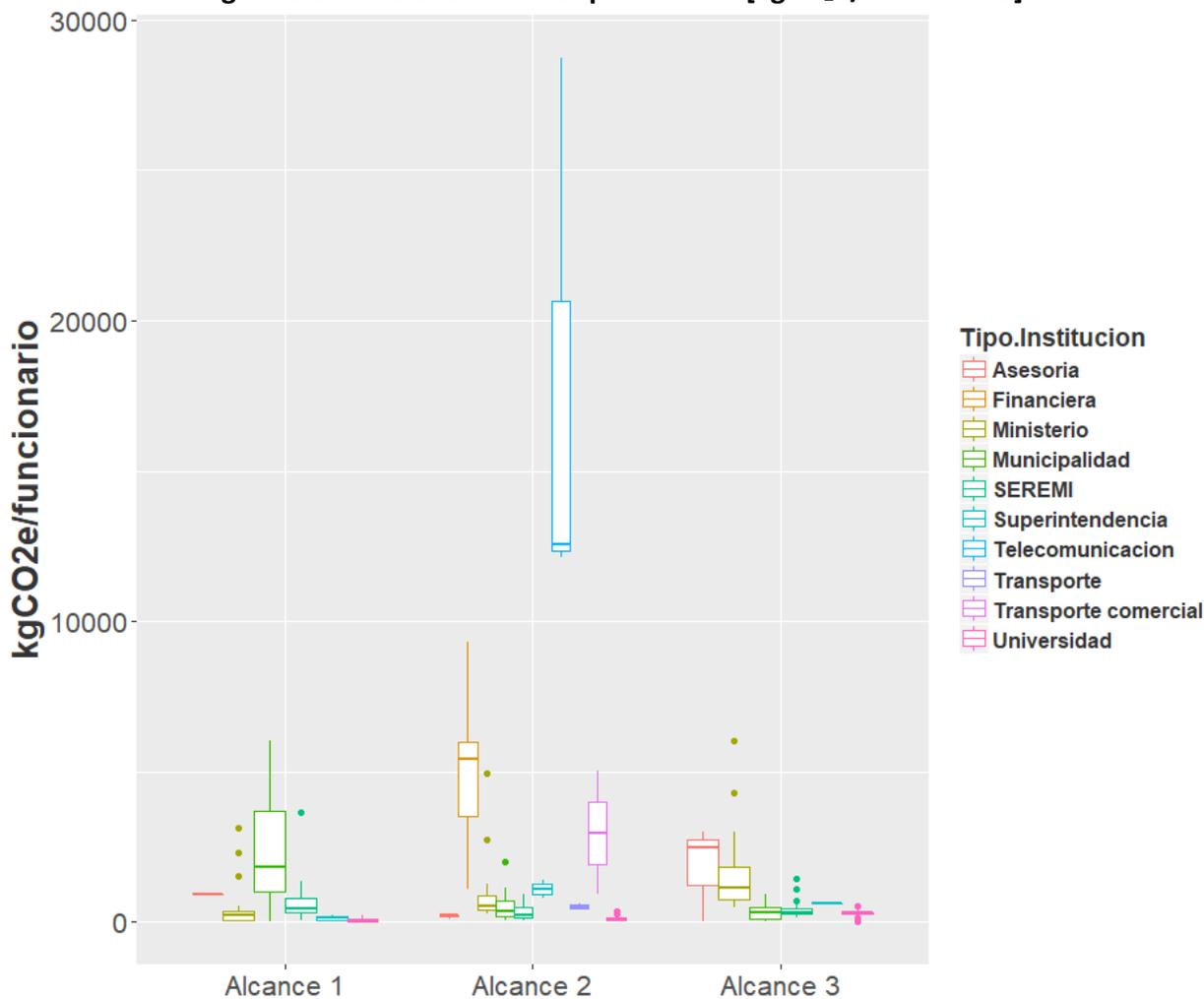
Nota: Las figuras presentadas corresponden a "Boxplot" y dan cuenta de distintos estadígrafos que caracterizan los datos. La línea más gruesa marca la media, luego los límites superiores e inferiores del cuadro marcan los percentiles 75 y 25 respectivamente. Por último, el punto más alto y bajo de la línea representan los valores máximos y mínimos.

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, en la Figura 3-6 se presentan las emisiones de GEI por funcionario. Se puede observar que éstas también presentan un comportamiento variado por alcance. Se destacan las

emisiones de alcance 2 de las instituciones de telecomunicación, producto del uso intensivo de electricidad, y que cuentan con un número pequeño de funcionarios. También destaca que en alcance 3 se observa una distribución más pareja de las emisiones, lo cual se condice con un relato lógico, apuntando a que este indicador es más válido que el indicador por m<sup>2</sup> para caracterizar este tipo de emisiones. Se destaca, sin embargo, que en los inventarios el alcance 3 tiene carácter de opcional, habiendo diferencias significativas en cuáles fuentes de emisión son incluidas, y cuál es el nivel de detalle de ellas, haciendo que sea poco comparable a nivel agregado.

**Figura 3-6: Emisiones anuales por alcance [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



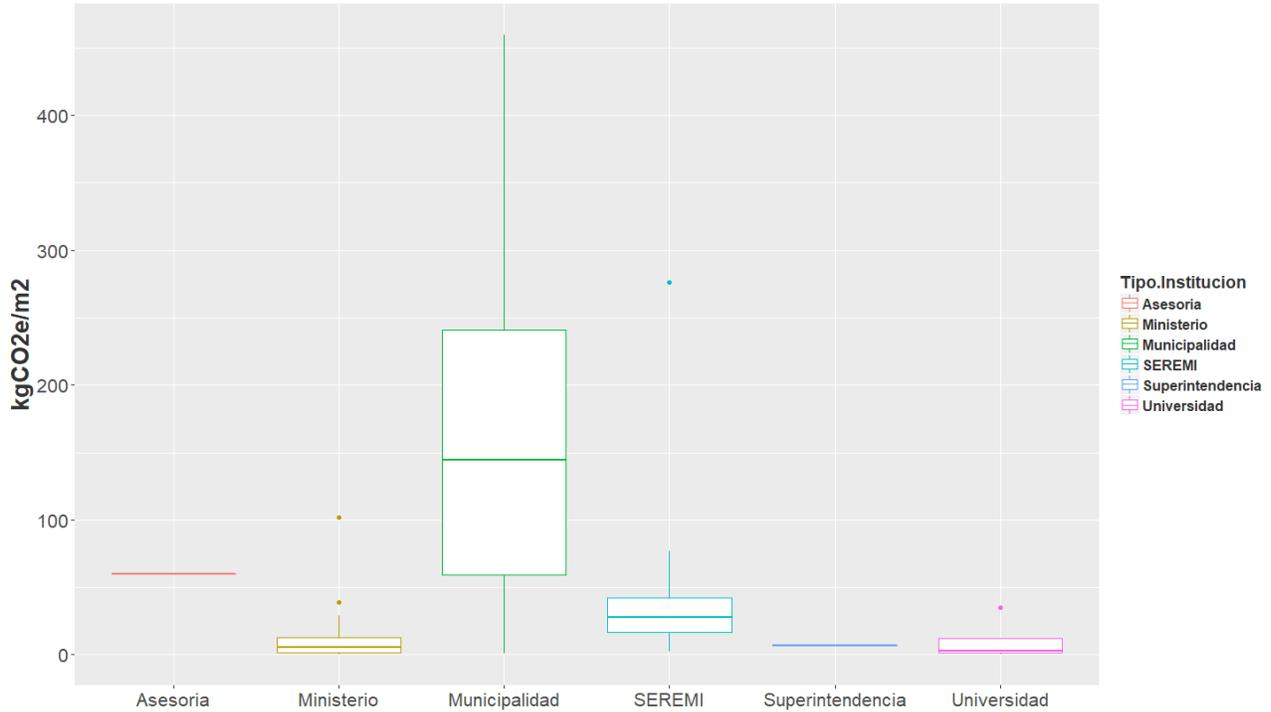
Fuente: Elaboración propia

Con el fin de identificar indicadores de intensidad más detallados y prácticos, que permitan comparar las distintas instituciones se presenta un análisis detallado por alcance, de emisiones y niveles de actividad.

### 3.3.1 Alcance 1

Al analizar las emisiones por superficie correspondientes al alcance 1, se puede observar que, a diferencia del resto de las instituciones, el rubro de municipalidades presenta mayores emisiones, lo cual se observa en la Figura 3-7. Además, es el rubro que presenta mayor dispersión con respecto a la mediana.

**Figura 3-7: Emisiones anuales alcance 1 por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>]**



Fuente: Elaboración propia

Los indicadores estadísticos de cada rubro se resumen en la Tabla 3-5. Se observa que las Municipalidades tienen consistentemente emisiones superiores por unidad de superficie, lo que se explica por tener un mayor uso de fuentes móviles para la atención de los vecinos. Asimismo, mientras las otras instituciones suelen estar ubicadas en la zona central, los municipios están distribuidos en todo el país, lo cual se traduce en que el consumo por calefacción será muy distinto entre los distintos municipios.

Tabla 3-5: Emisiones anuales alcance 1 por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>]

Tipo de Institución	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo *
Asesoría	1	60.16	60.16	60.16	60.16	60.16
Ministerio	18	0.05	1.50	5.75	12.68	29.20
Municipalidad	17	1.05	59.22	144.29	241.11	459.84
SEREMI	30	2.45	16.53	27.48	41.99	76.72
Superintendencia	1	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75
Universidad	4	0.27	1.23	2.91	11.86	11.86

\*El máximo reportado no considera los valores *outliers*.

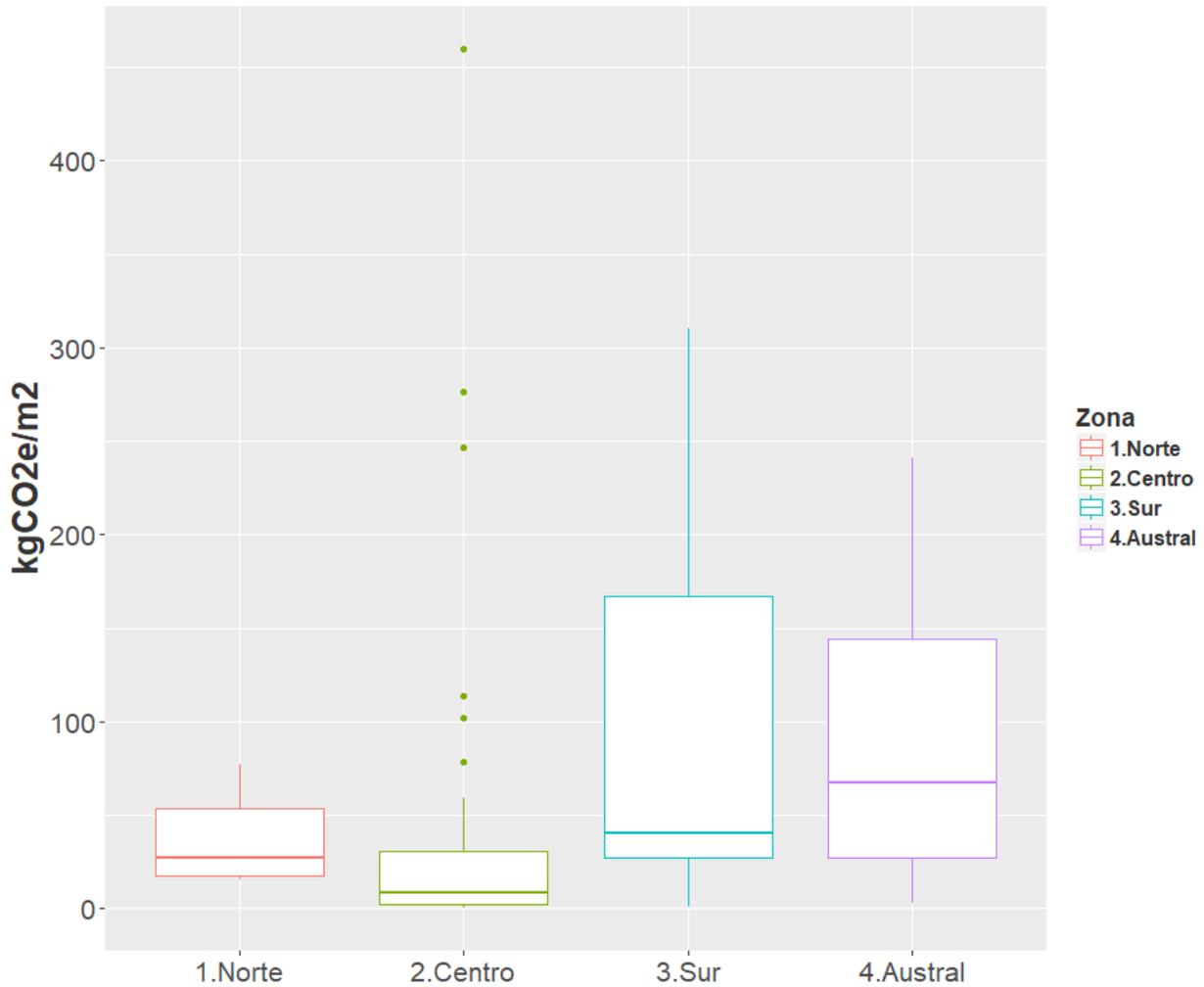
Fuente: Elaboración propia

Debido a que las emisiones del alcance 1 se producen principalmente por el consumo de combustible de fuentes fijas y móviles, adquiere importancia realizar un análisis por zona geográfica. En consecuencia, se dividieron las instituciones según su ubicación, donde se identificaron cuatro zonas:

- Norte: Instituciones ubicadas entre la XV región de Arica y Parinacota hasta la IV región de Coquimbo
- Centro: Instituciones ubicadas entre la V región de Valparaíso y la VI región de O'Higgins
- Sur: Instituciones ubicadas entre la VII región del Maule y la X región de Los Lagos
- Austral: Instituciones ubicadas entre la XI región de Aysén y la XII región de Magallanes y Antártica

Considerando lo anterior, se puede observar en la Figura 3-8 mayores emisiones por superficie en la zona sur y austral. La zona norte y centro presentan un comportamiento similar, sin embargo, existen municipalidades de la zona centro que reportan emisiones mayores al resto de las zonas, entre las cuales una reporta emisiones sobre 200 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente asociadas a sus fuentes móviles diésel y 60 toneladas asociadas a sus fuentes móviles a gasolina.

**Figura 3-8: Emisiones anuales alcance 1 por zona [kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>]**



Fuente: Elaboración propia

Los rangos de valores de este indicador por zona se presentan en la Tabla 3-6.

**Tabla 3-6: Emisiones anuales alcance 1 por zona [kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>]**

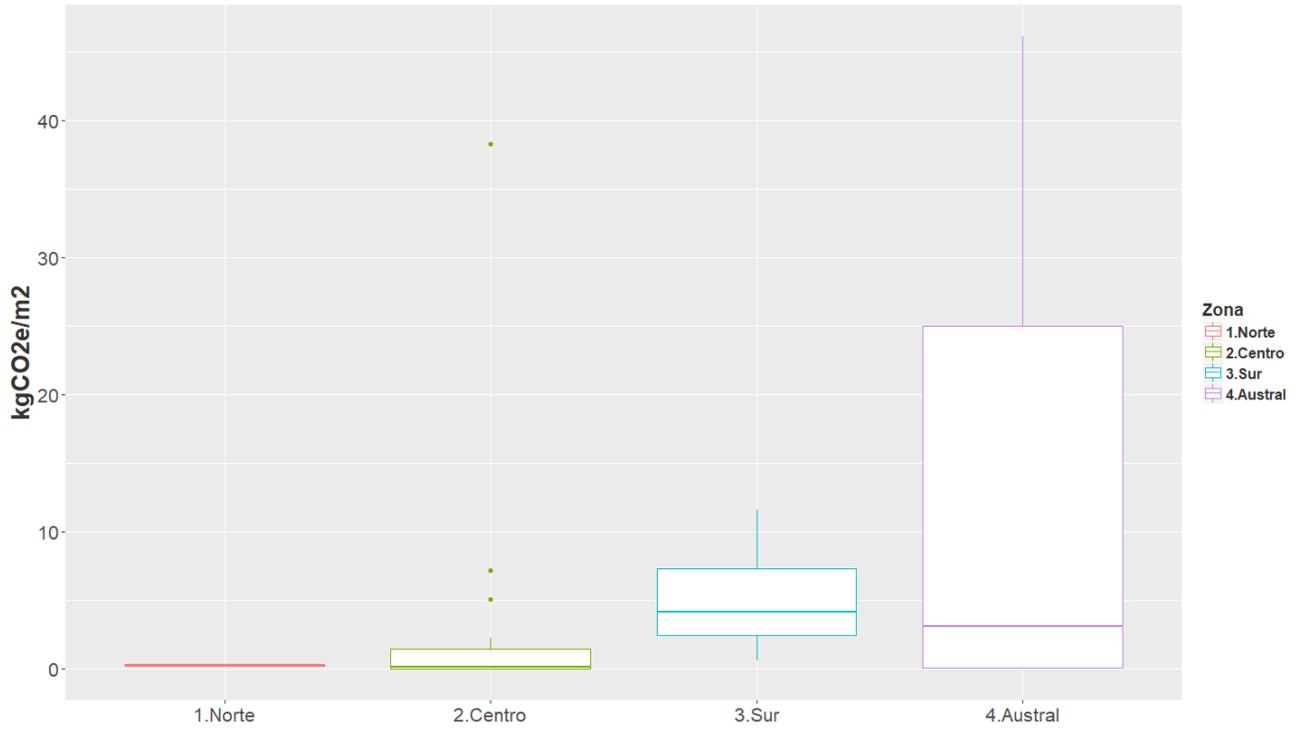
Zona	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Norte	20	15.28	17.44	27.40	53.78	76.72
Centro	65	0.05	2.27	8.52	30.59	59.22
Sur	21	1.05	26.89	40.35	166.72	310.20
Austral	8	2.77	27.34	67.02	144.29	241.11

Fuente: Elaboración propia

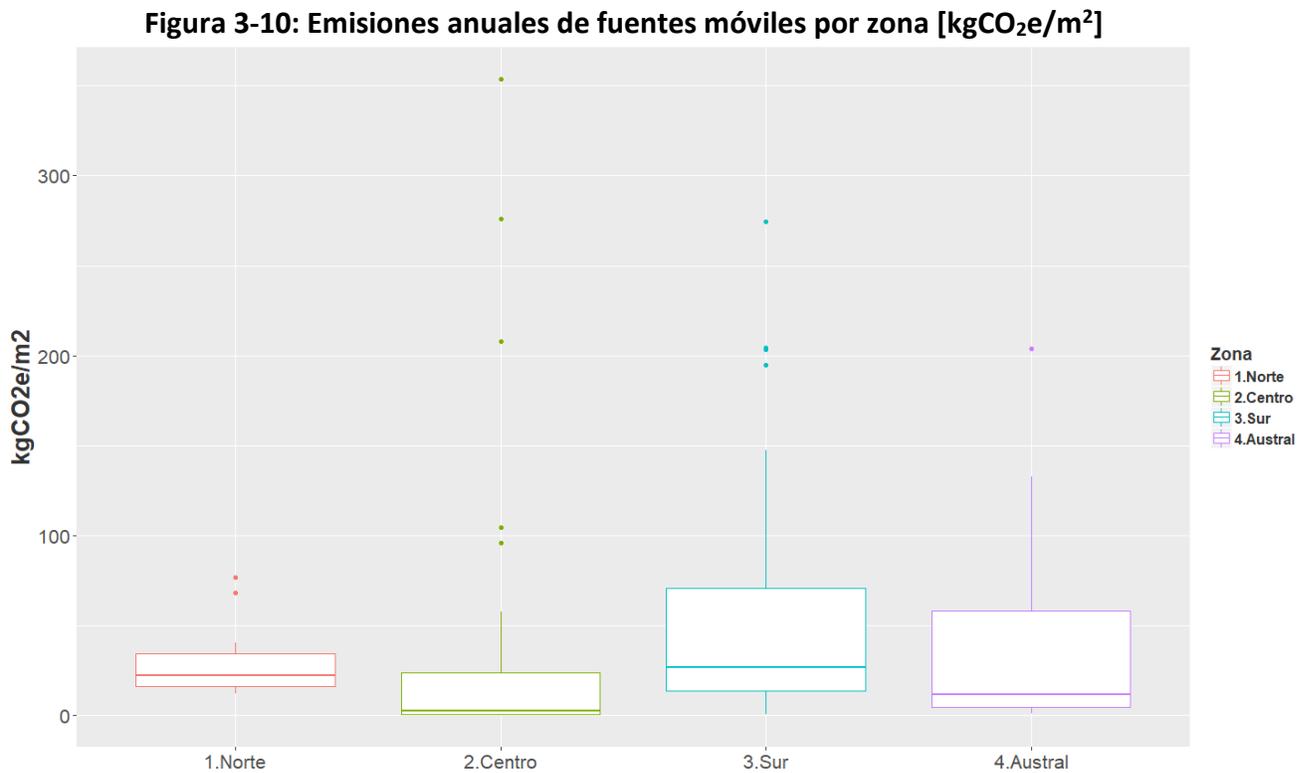
Como se mencionó en la sección 3.1, la información sobre el nivel de actividad, solo se encuentra disponible en instituciones públicas. Además, se observa que entre las fuentes de emisión incluidas en el alcance 1, las que generan mayores emisiones son las fuentes fijas y móviles (ver Figura 3-2). Por una parte, al analizar en la Figura 3-9 las emisiones de fuentes fijas

por zona, se observa claramente una tendencia de aumento de estas hacia el sur del país. Por otra parte, las emisiones producidas por el consumo de combustible de fuentes móviles no presentan una tendencia marcada en relación a las zonas, lo cual se puede observar en la Figura 3-10.

Figura 3-9: Emisiones anuales de fuentes fijas por zona [kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>]



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Los indicadores estadísticos que presentan las emisiones de fuentes fijas por zona se muestran en la Tabla 3-7.

**Tabla 3-7: Emisiones anuales de fuentes fijas por zona [kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>]**

Zona	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Norte	4	0.17	0.21	0.27	0.31	0.32
Centro	14	0.00	0.03	0.18	1.46	2.25
Sur	13	0.63	2.48	4.19	7.30	11.60
Austral	8	0.04	0.10	3.10	24.99	46.15

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los valores que presentan las emisiones de fuentes móviles por zona, estos se presentan en la Tabla 3-8.

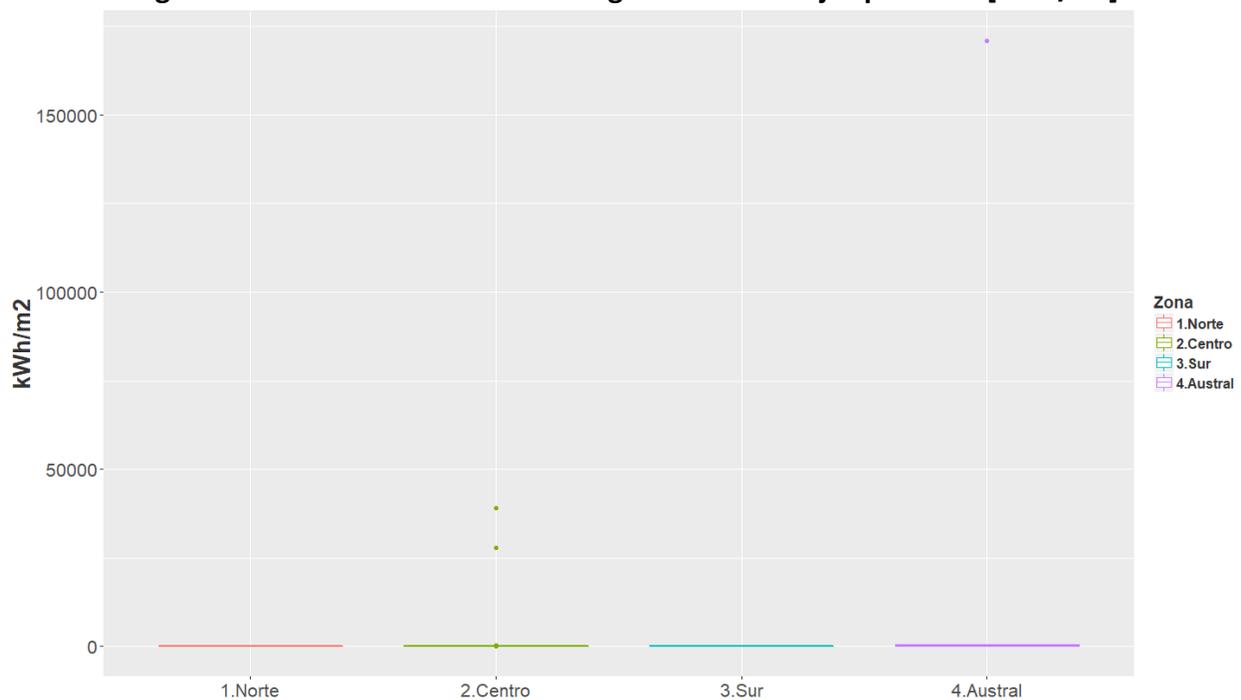
**Tabla 3-8: Emisiones anuales de fuentes móviles por zona [kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>]**

Zona	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Norte	10	12.03	16.09	22.19	34.44	40.67
Centro	30	0.01	0.83	2.53	23.88	57.80
Sur	16	0.50	13.72	26.72	70.97	147.49
Austral	8	1.11	4.73	11.54	58.16	132.64

Fuente: Elaboración propia

Además, se analizó en el sector público un indicador de consumo de energía por zona con el fin de representar, en términos energéticos, el consumo de combustible de las fuentes fijas. Para esto, se calculó el consumo de combustible por institución en unidades de energía (kWh) utilizando un factor de conversión, cuyo valor depende del tipo de combustible. En la Figura 3-11 se observa que el consumo energético de una institución perteneciente a la zona austral es muy superior al resto de las instituciones. Lo mismo ocurre dos instituciones de la zona centro.

**Figura 3-11: Consumo anual de energía de fuentes fijas por zona [kWh/m<sup>2</sup>]**

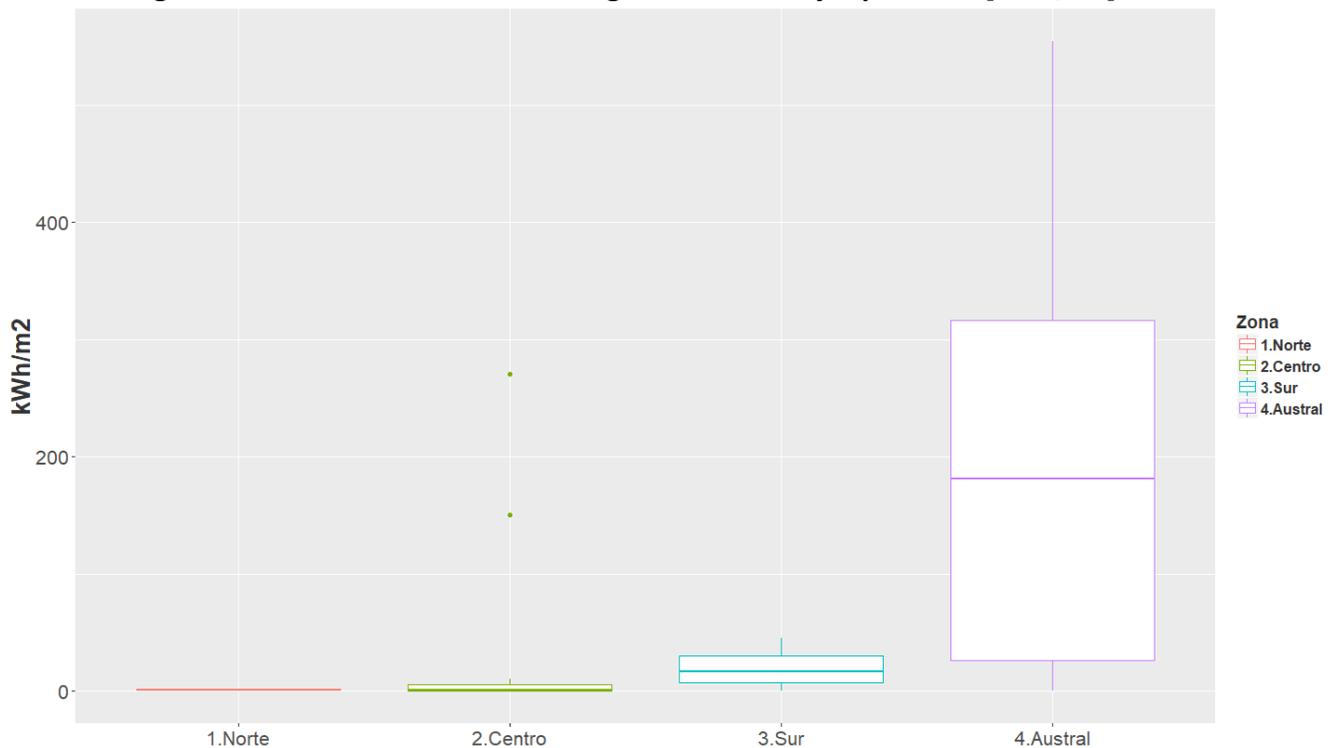


Fuente: Elaboración propia

Si se excluyen los datos mencionados anteriormente, se puede observar en la Figura 3-12 una tendencia en aumento del consumo de energía hacia el sur del país. Las instituciones de la zona sur y austral reportan un mayor consumo que la zona norte y centro de Chile. Sin embargo, se pueden observar ciertas instituciones de la zona centro que reportan un consumo por superficie mayor en comparación a las instituciones de otras zonas. Dado que el análisis se basa

en los datos reportados por cada institución, es posible que parte de la explicación de estos *outliers* correspondan a que estas instituciones reportaron mayores fuentes de emisión.

**Figura 3-12: Consumo anual de energía de fuentes fijas por zona [kWh/m<sup>2</sup>]**



Fuente: Elaboración propia

Los indicadores estadísticos del consumo de energía de fuentes fijas se presentan en la Tabla 3-9.

**Tabla 3-9: Consumo anual de energía de fuentes fijas [kWh/m<sup>2</sup>]**

Zona	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Norte	4	0.84	1.03	1.28	1.49	1.54
Centro	14	0.00	0.07	0.87	5.64	10.82
Sur	13	0.33	7.25	16.80	30.57	45.61
Austral	8	0.15	26.47	181.39	316.33	554.56

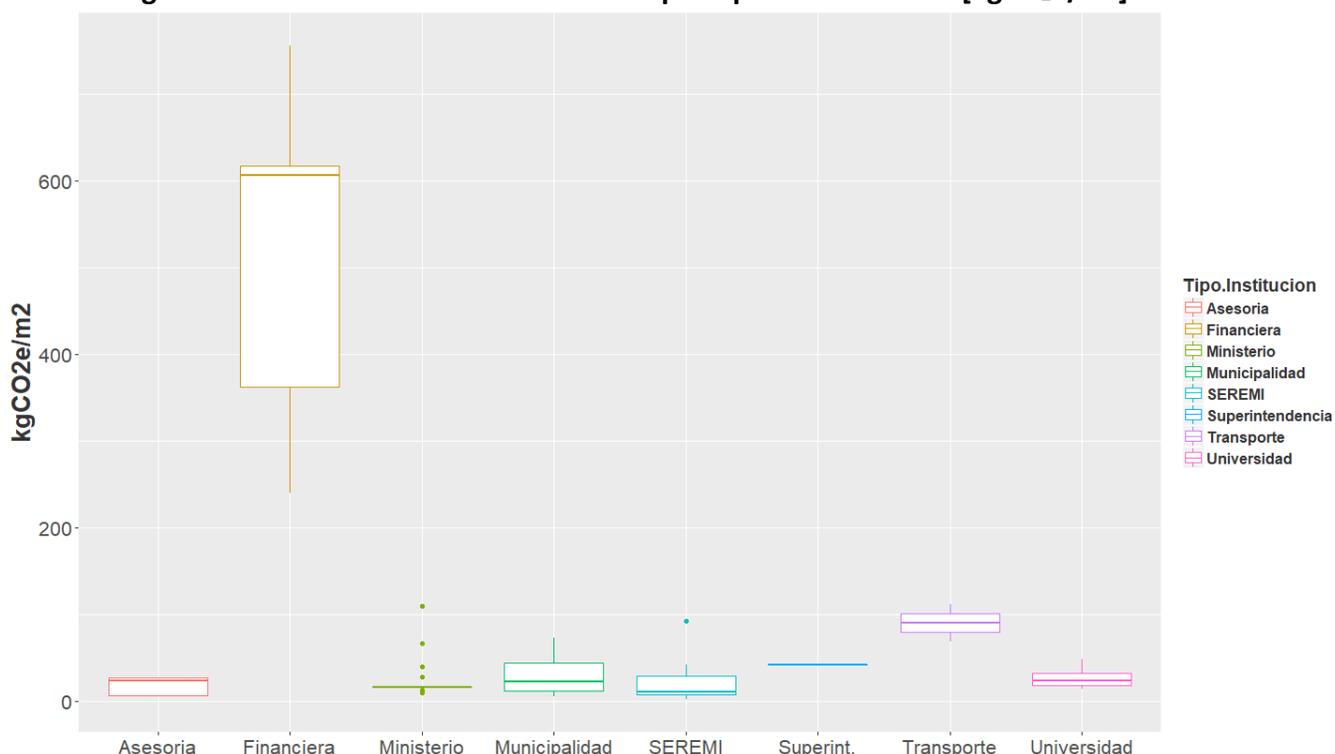
Fuente: Elaboración propia

La Figura 3-12 muestra que se pueden definir “clústeres” para evaluar el comportamiento de las instituciones por zona en base a las emisiones producidas por sus fuentes fijas. Esto debido a que se observa un comportamiento similar entre las emisiones reportadas en cada una de las zonas.

### 3.3.2 Alcance 2

Las emisiones por superficie asociadas a la adquisición de electricidad se presentan en la Figura 3-13. En esta se observa que las emisiones de las instituciones financieras son superiores al resto de las entidades. Además, se pueden observar similitudes en rubros como universidades, municipalidades y asesorías.

**Figura 3-13: Emisiones anuales alcance 2 por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>]**



Fuente: Elaboración propia

Los valores correspondientes al reporte de emisiones de las instituciones se presentan en la Tabla 3-10.

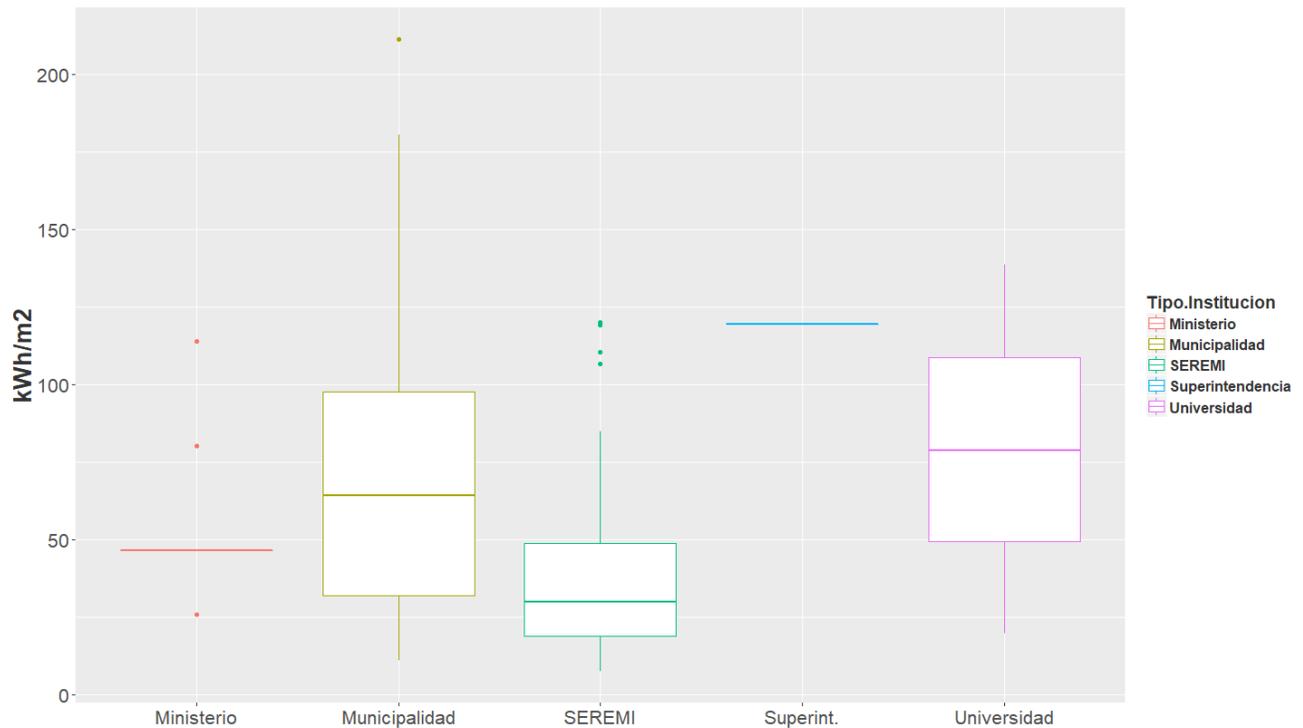
**Tabla 3-10: Emisiones anuales alcance 2 por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>]**

Tipo de Institución	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Asesoría	3	6.38	6.38	23.44	26.56	26.56
Financiera	5	240.02	362.69	606.34	617.75	756.15
Ministerio	19	16.16	16.16	16.16	16.17	16.17
Municipalidad	17	4.78	11.12	22.29	44.03	73.11
SEREMI	30	1.54	7.44	10.34	29.13	41.21
Superintendencia	1	41.30	41.30	41.30	41.30	41.30
Transporte de pasajeros	2	68.19	79.11	90.03	100.96	111.88
Universidad	4	13.78	17.51	23.03	32.46	47.96

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el factor de emisión asociado a la adquisición de electricidad depende de la matriz de generación de cada zona y cada año, es necesario analizar el alcance 2 en términos energéticos. Es importante destacar que este análisis solo se puede realizar para las instituciones públicas, debido a que tal como se mencionó anteriormente, estas instituciones reportan sus niveles de actividad. En la Figura 3-14 se puede observar aún mejor la similitud que presentan las municipalidades con las universidades.

**Figura 3-14: Consumo anual energético por institución [kWh/m<sup>2</sup>]**



Fuente: Elaboración propia

Los rangos de valores asociados al consumo energético por institución se presentan la Tabla 3-11.

**Tabla 3-11: Consumo anual energético por institución [kWh/m<sup>2</sup>]**

Tipo de Institución	Número de instituciones	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Ministerio	19	46.71	46.72	46.72	46.72	46.73
Municipalidad	17	11.04	32.14	64.42	97.68	180.59
SEREMI	30	7.60	18.87	29.90	49.05	84.82
Superintendencia	1	119.37	119.37	119.37	119.37	119.37
Universidad	3	19.88	49.38	78.89	108.75	138.62

Fuente: Elaboración propia

Debido a que en la Figura 3-14 no se observan comportamientos tan diferentes entre las instituciones, sería representativo agrupar todas las instituciones en un clúster, lo cual se muestra en la Figura 3-15.

**Figura 3-15: Consumo anual energético de clúster [kWh/m<sup>2</sup>]**



Fuente: Elaboración propia

La distribución de este clúster se presenta en la Tabla 3-12.

**Tabla 3-12: Consumo anual energético de clúster [kWh/m<sup>2</sup>]**

Clasificación	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Adquisición de electricidad	70	7.60	23.09	46.72	80.48	138.62

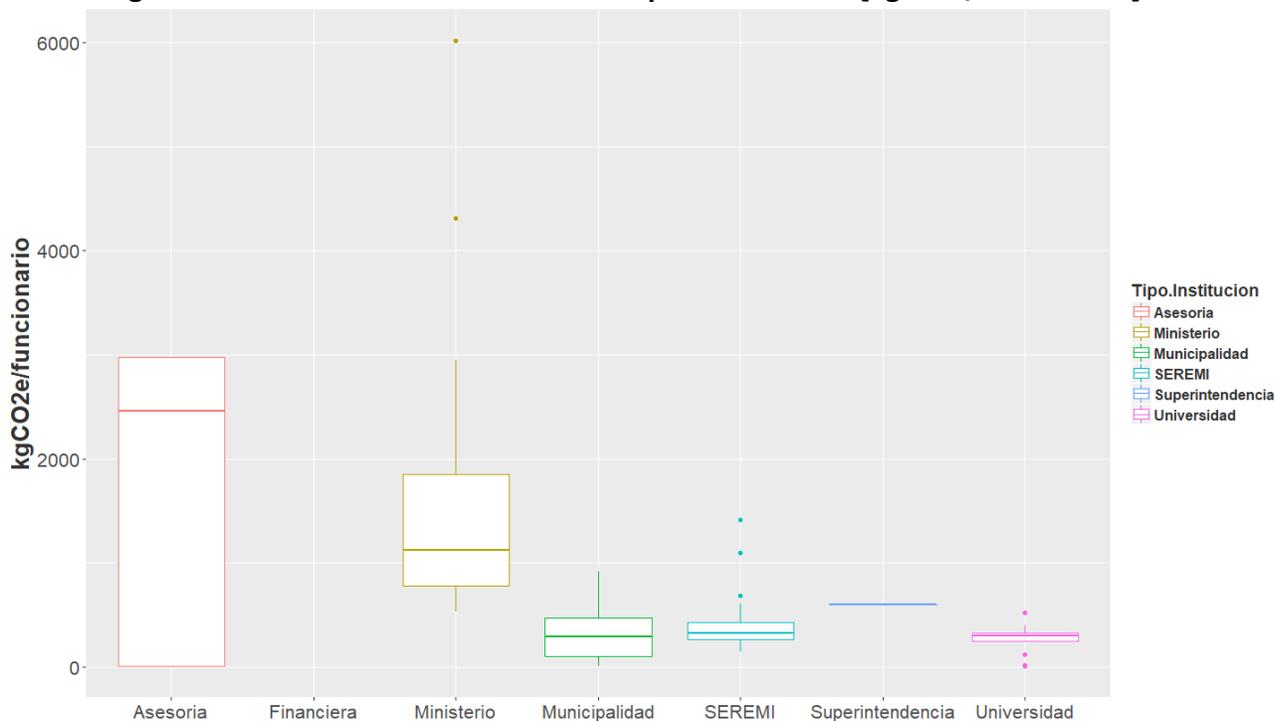
Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3 Alcance 3

El análisis del alcance 3 se realizó en base a la cantidad de funcionarios que trabajan en cada institución. Esto debido a que la mayoría de sus emisiones dependen del número de empleados. Como se mencionó en la sección 3.2, el 83% de las emisiones provienen de la movilización de trabajadores y viajes aéreos de negocio y/o trabajo. Como punto de partida, se

presenta en la Figura 3-16 las emisiones por funcionario de cada rubro. En esta se observa que puede existir un comportamiento similar entre las municipalidades, SEREMI y universidades.

**Figura 3-16: Emisiones anuales alcance 3 por funcionario [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3-13 muestra los rangos de valores de las emisiones de cada rubro de instituciones.

**Tabla 3-13: Emisiones anuales alcance 3 por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**

Tipo de Institución	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Asesoría	3	6.00	6.00	2457.14	2971.43	2971.43
Ministerio	22	469.86	716.54	1117.46	1850.77	3009.90
Municipalidad	17	11.16	103.09	288.77	468.60	915.28
SEREMI	30	149.42	261.32	325.27	423.99	610.37
Superintendencia	1	596.16	596.16	596.16	596.16	596.16
Universidad	12	250.77	250.77	301.09	322.72	400.72

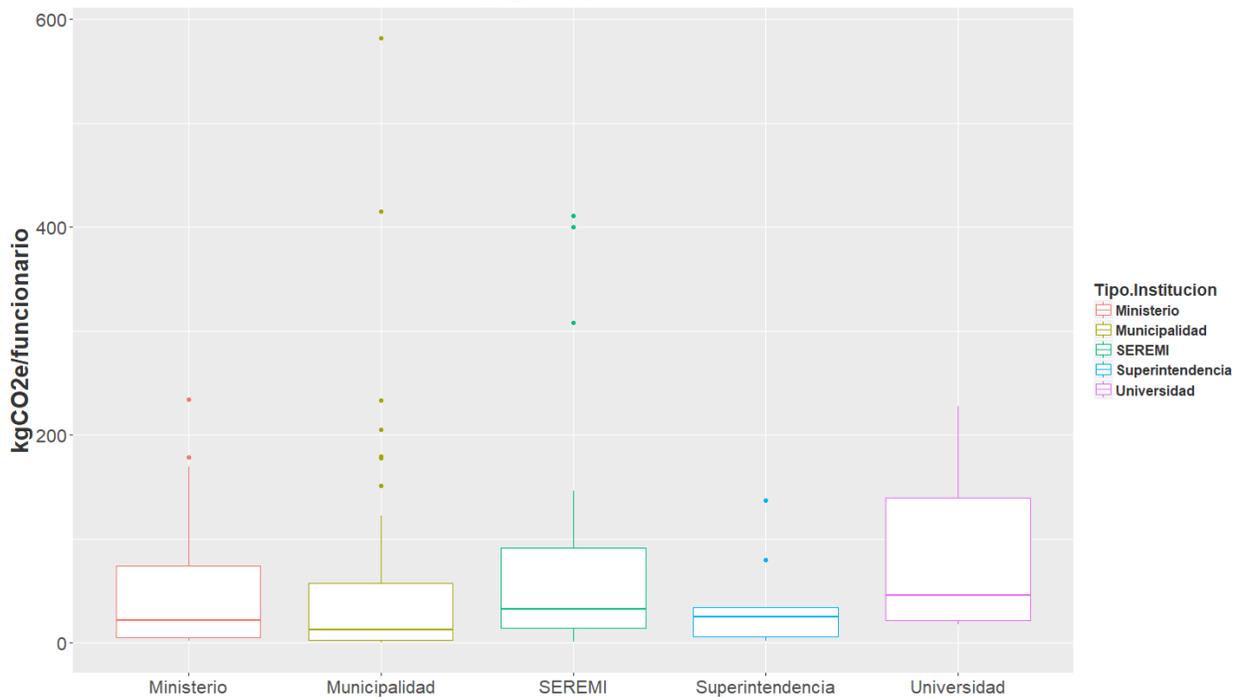
Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, la comparación entre instituciones no es tan representativa, debido a que las fuentes de emisión consideradas para el reporte del alcance 3 son voluntarias y dependen de cada institución. Por ejemplo, algunas de estas consideran dentro de sus fuentes de emisión, las emisiones producidas por el transporte de residuos a los rellenos sanitarios, mientras que otras, no consideran esta fuente en sus reportes. Por lo tanto, se consideró evaluar un indicador por trabajador de las fuentes con mayores emisiones. Estas corresponderían a la movilización del

personal, viajes aéreos de negocio y/o trabajo, tratamiento y disposición de residuos, y finalmente, bienes y servicios adquiridos (papel, agua y tinta de impresión).

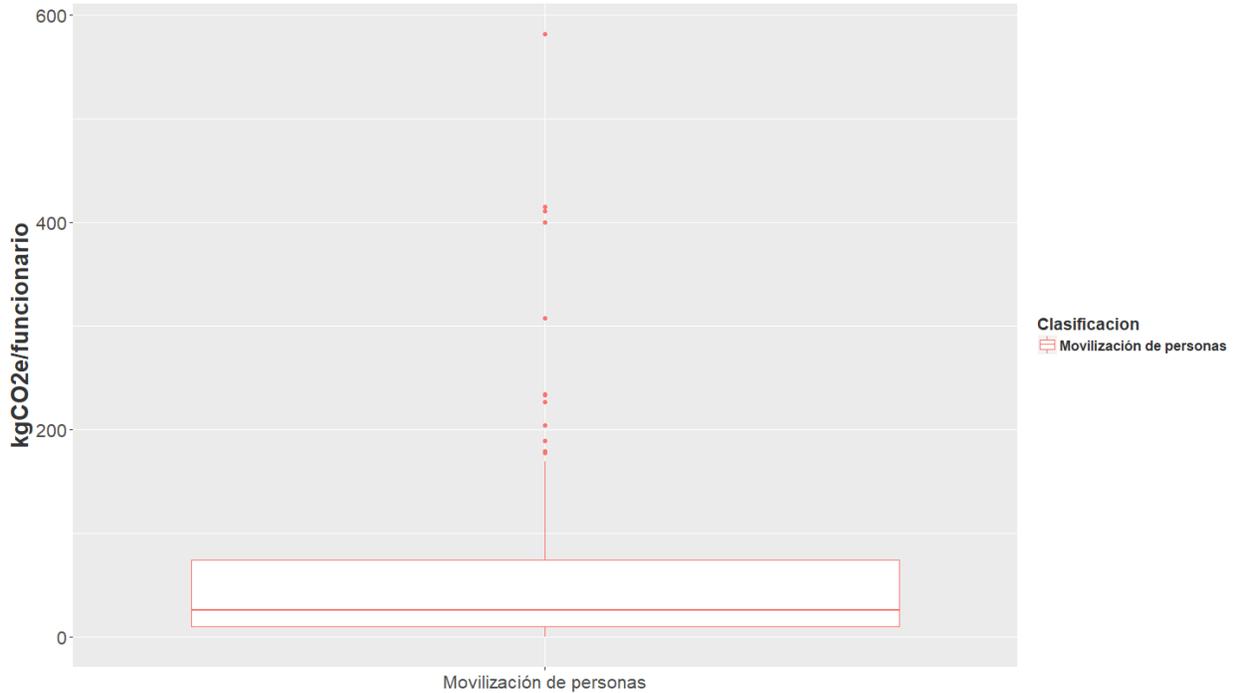
En relación con la movilización del personal, se puede observar en la Figura 3-17 que entre los rubros que reportan estas emisiones, existe un comportamiento similar entre estos. Debido a esto, se decidió agrupar las instituciones que reportan esta fuente en un solo “clúster”, lo cual se presenta en la Figura 3-18.

**Figura 3-17: Emisiones anuales de movilización de personas por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3-18: Emisiones anuales de movilización de personas por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

Los valores que muestran la distribución del clúster para la movilización de personas, se presentan en la Tabla 3-14.

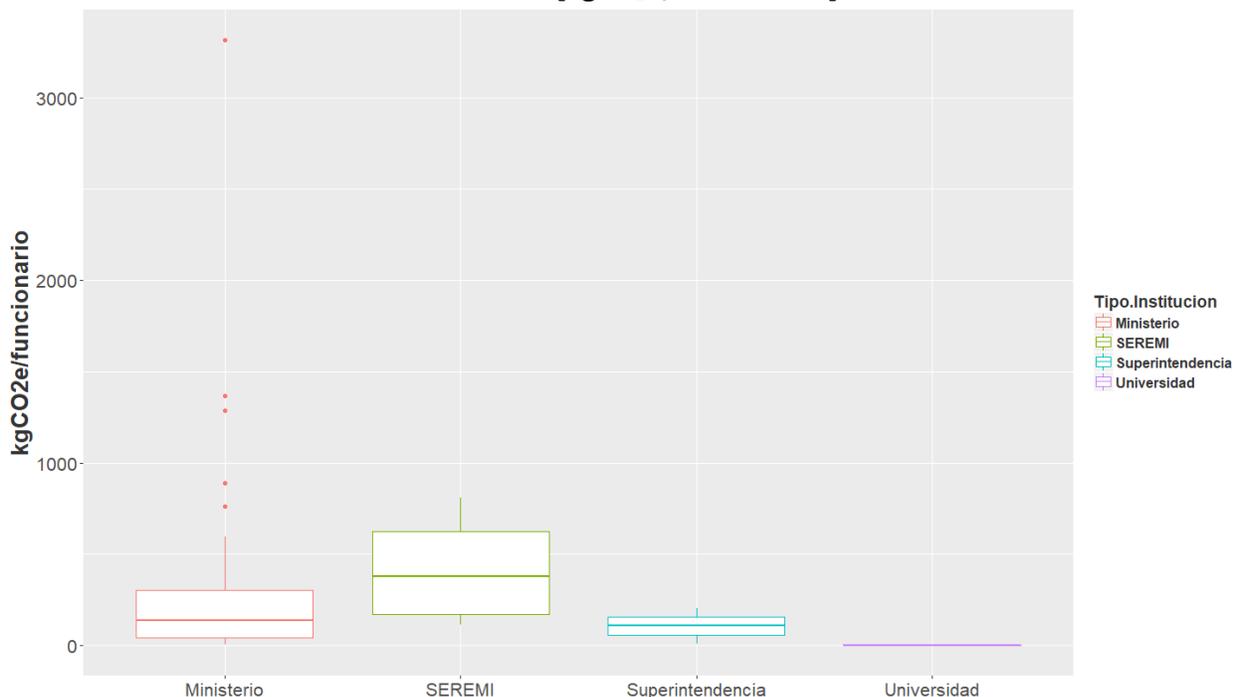
**Tabla 3-14: Emisiones movilización de personas de agrupación [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**

Clasificación	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Movilización de personas	65	0.03	9.96	26.39	74.40	169.40

Fuente: Elaboración propia

Los viajes aéreos de negocio y/o trabajo por funcionarios se presentan en la Figura 3-19. Se puede observar que no existe un comportamiento similar entre las instituciones que reportan esta fuente de emisión, pues se puede presumir que los viajes (cantidad y destino) dependen más de las características de la operación de cada institución que del número de funcionarios.

**Figura 3-19: Emisiones anuales por viajes aéreos de negocio y/o trabajo por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

Lo anterior se puede verificar observando los rangos de valores presentados en la Tabla 3-15.

**Tabla 3-15: Emisiones anuales de viajes aéreos de negocio y/o trabajo por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**

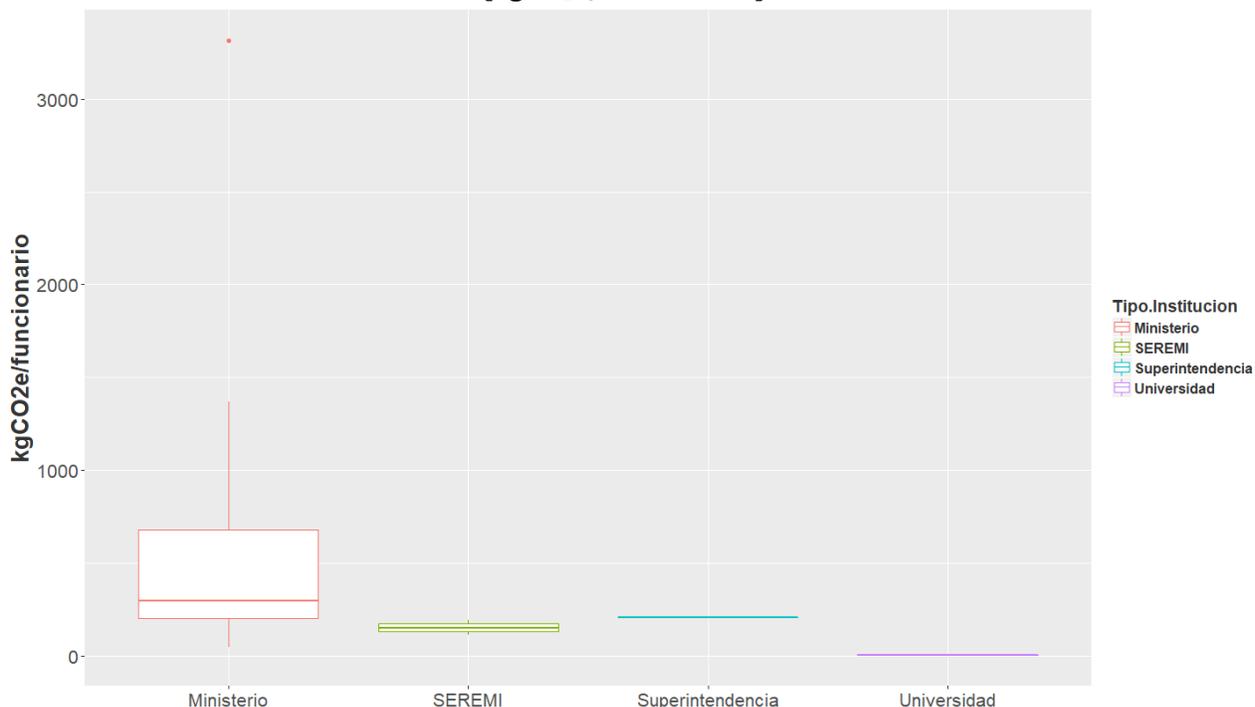
Tipo de Institución	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Ministerio	19	7.37	44.13	136.87	304.90	595.63
SEREMI	2	112.48	171.67	377.15	624.17	808.01
Superintendencia	1	9.19	58.60	108.01	157.41	206.82
Universidad	2	0.09	0.11	1.15	2.18	2.20

Fuente: Elaboración propia

Como el factor de emisión de los viajes aéreos depende de la distancia del destino, las instituciones que reportan estas emisiones las clasifican según vuelos nacionales (trayecto doméstico Chile continental) o internacionales. La Figura 3-20 muestra las emisiones de los viajes internacionales. Considerando que aproximadamente un kgCO<sub>2</sub>e equivale a 3,6 pkm en este tipo de viajes, se obtiene que un funcionario de los ministerios recorre aproximadamente 1070.6 kms al año, lo cual equivale a un viaje de ida a Buenos Aires<sup>5</sup> al año aproximadamente.

<sup>5</sup> Para esto, se utilizó el valor de la mediana de las emisiones de los ministerios y se consideró una distancia aérea a Buenos Aires de 1,137 Kms aprox.

**Figura 3-20: Emisiones anuales de viajes aéreos internacionales de negocio [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3-16 presenta los valores de las emisiones de vuelos internacionales por tipo de institución.

**Tabla 3-16: Emisiones anuales de viajes aéreos internacionales por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**

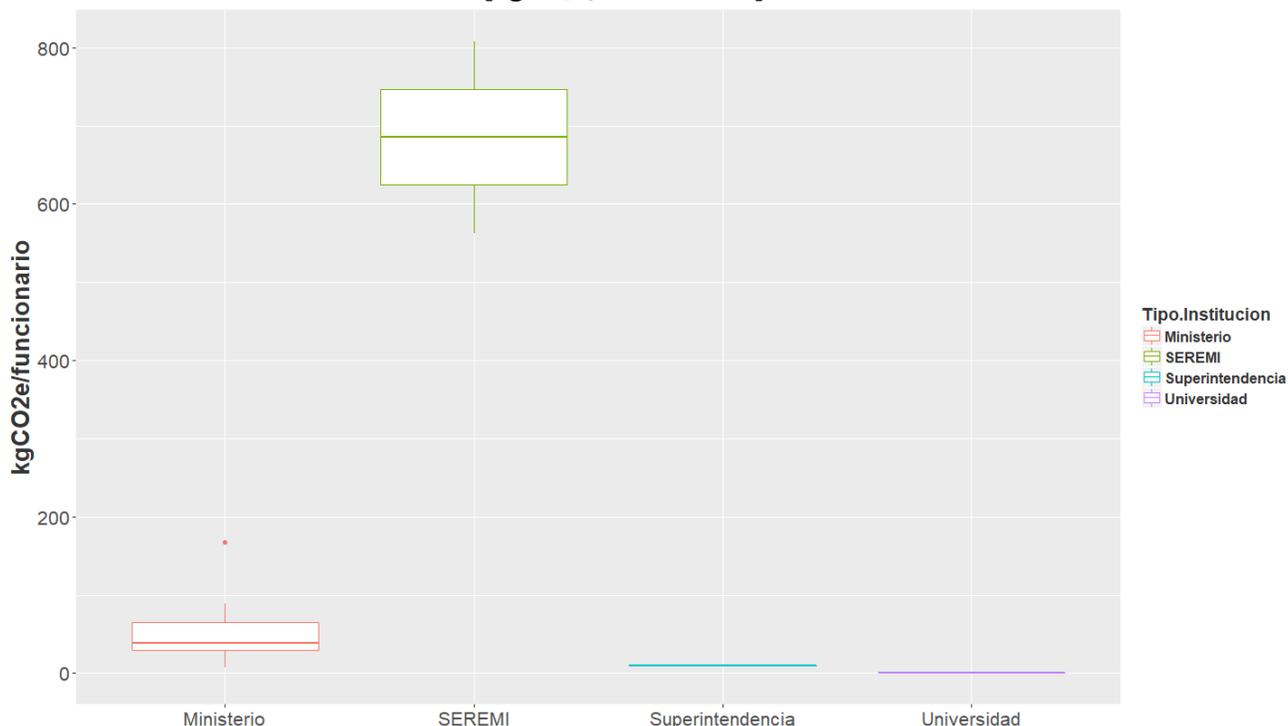
Tipo de Institución	Número de instituciones	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
<b>Ministerio</b>	19	45.22	199.41	297.41	679.61	1368.20
<b>SEREMI</b>	2	112.48	132.21	151.94	171.67	191.41
<b>Superintendencia</b>	1	206.82	206.82	206.82	206.82	206.82
<b>Universidad</b>	2	2.18	2.18	2.19	2.19	2.20

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las emisiones asociadas a los vuelos nacionales por temas de negocio y/o trabajo, se observa en la Figura 3-21 que las SEREMI reportan emisiones superiores al resto de las instituciones. Siguiendo el ejemplo aplicado anteriormente en los ministerios, si consideramos que un kgCO<sub>2</sub>e equivale a 5,6 pkm en vuelos nacionales, se estima que se realiza un vuelo de ida a Concepción<sup>6</sup> al año por cada dos funcionarios.

<sup>6</sup> Se utilizó el valor de la mediana de los ministerios y una distancia aérea de 434 kms a Concepción aproximadamente

**Figura 3-21: Emisiones anuales de viajes aéreos nacionales por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

Los valores que muestran las emisiones de vuelos nacionales de funcionarios se presentan en la Tabla 3-17.

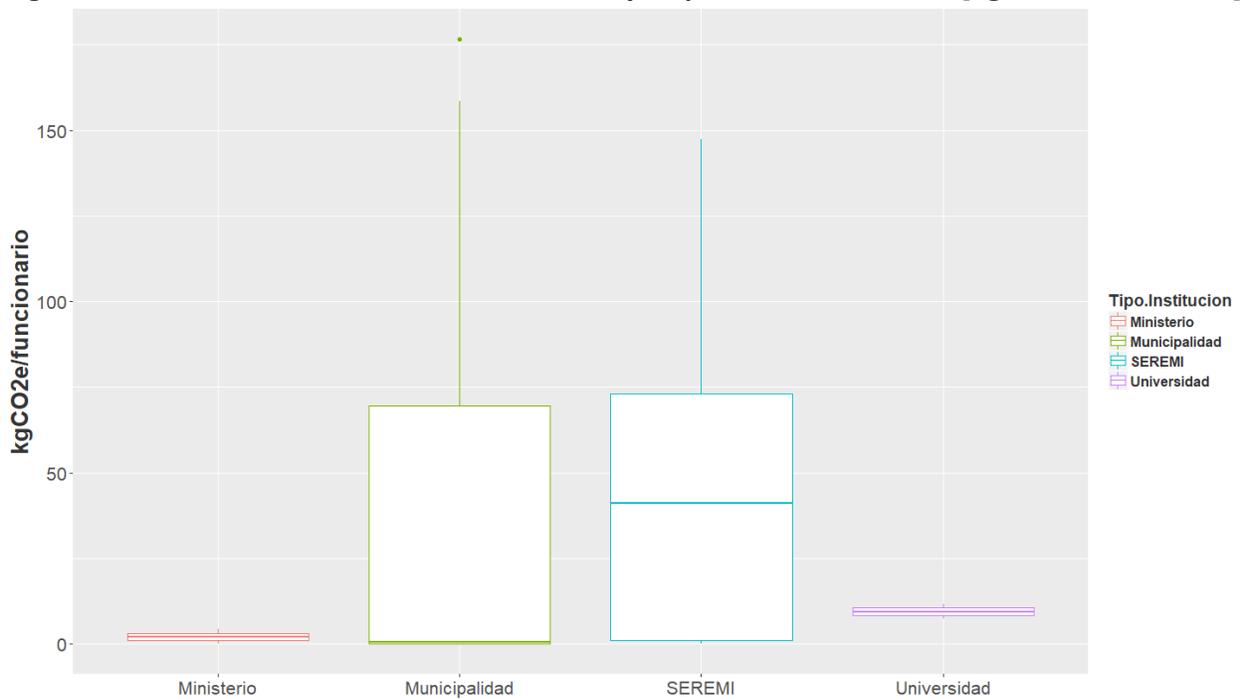
**Tabla 3-17: Emisiones anuales de viajes aéreos nacionales por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**

Tipo de Institución	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Ministerio	13	7.37	28.85	38.55	65.34	89.38
SEREMI	2	562.90	624.17	685.45	746.73	808.01
Superintendencia	1	9.19	9.19	9.19	9.19	9.19
Universidad	2	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones asociadas al tratamiento y disposición de residuos equivalen al 10% de las emisiones totales del alcance 3. Entre las instituciones que reportan estas emisiones, se puede observar en la Figura 3-22 que si bien el rango de valores entre municipalidades y SEREMI es similar, la distribución de las emisiones de GEI de las instituciones que integran ambos rubros es diferente.

**Figura 3-22: Emisiones anuales de tratamiento y disposición de residuos [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3-18 presenta las emisiones asociadas al tratamiento y disposición de residuos, en donde se puede apreciar lo mencionado anteriormente.

**Tabla 3-18: Emisiones anuales de tratamiento y disposición de residuos [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**

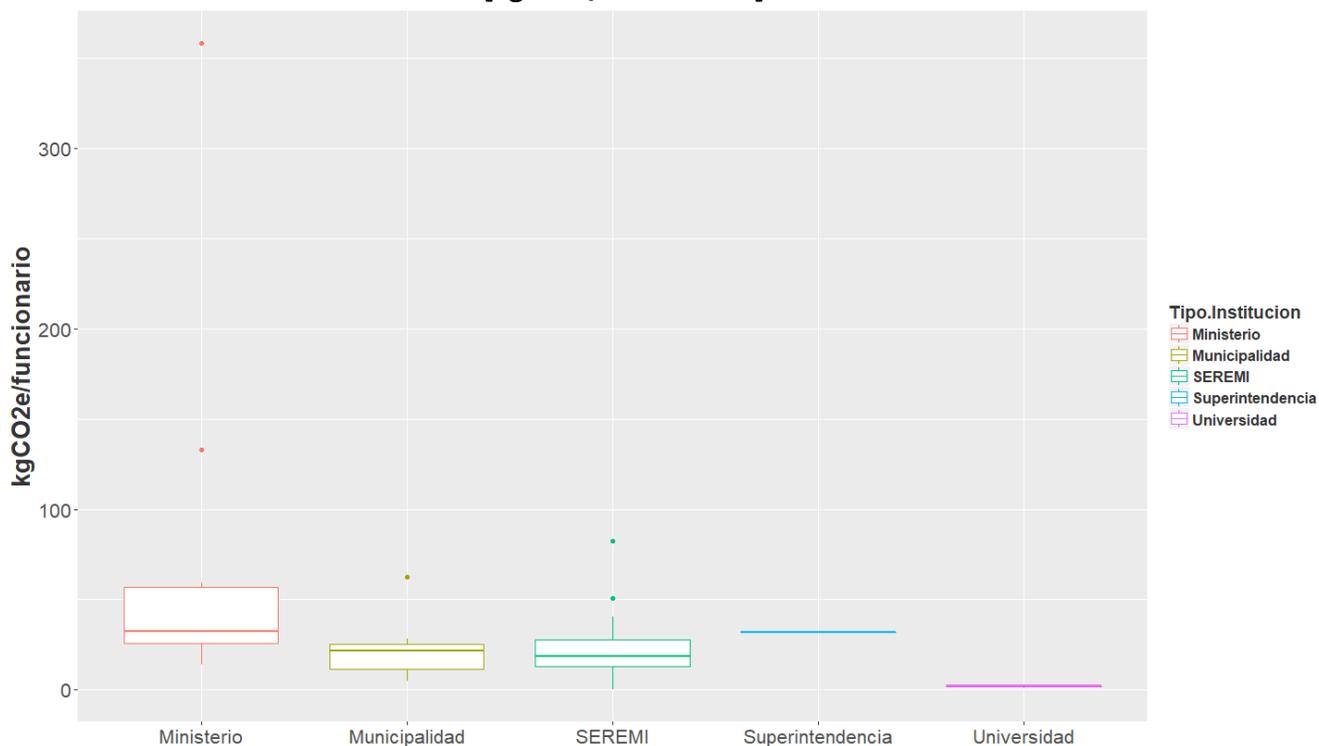
Tipo de Institución	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo
Ministerio	1	0.03	1.09	2.16	3.22	4.28
Municipalidad	11	0.06	0.15	0.50	69.68	158.38
SEREMI	30	0.13	1.10	41.09	73.17	147.35
Universidad	2	7.39	8.45	9.51	10.58	11.64

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se analizó el consumo de papel, agua y tinta de las instituciones. Aunque estas emisiones representan el 4% de las emisiones totales del alcance 3, es importante su análisis para generar un indicador que permita comparar el consumo de estos bienes entre las instituciones.

La Figura 3-23 presenta las emisiones asociadas al consumo de papel en los diferentes rubros. En esta, se puede observar que el consumo de papel en las instituciones es similar. Sin embargo, existen entidades que reportan emisiones por consumo de papel muy superior al resto de las instituciones, como ocurre con instituciones pertenecientes al rubro de los Ministerios.

**Figura 3-23: Emisiones anuales asociadas al consumo de papel por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3-19 presenta la distribución de las emisiones asociadas al consumo de papel por rubro. Al analizar las municipalidades, si consideramos el valor de la mediana de sus emisiones y que un kgCO<sub>2</sub>e equivale a 0,5 resmas de papel, se puede concluir que un funcionario estaría consumiendo 11 resmas de papel aproximadamente al año<sup>7</sup>.

**Tabla 3-19: Emisiones anuales asociadas al consumo de papel por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**

Tipo de Institución	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo	Resmas de papel*
Ministerio	18	14.14	25.46	32.24	57.06	59.57	16
Municipalidad	14	4.71	11.45	21.44	25.40	28.11	11
SEREMI	25	0.00	13.02	18.35	27.52	40.35	9
Superintendencia	1	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	16
Universidad	2	0.87	1.51	2.16	2.18	2.20	1

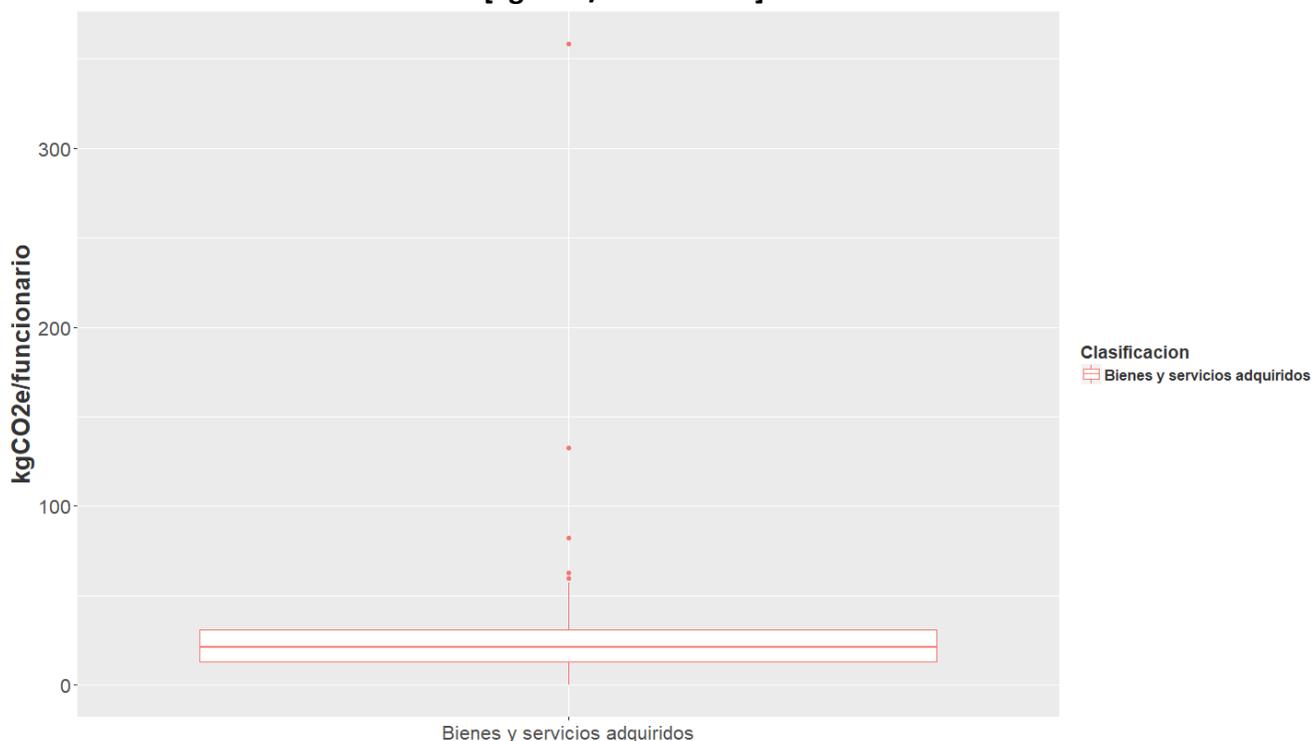
\*: Para este cálculo, se utiliza el valor de la mediana

Fuente: Elaboración propia

<sup>7</sup> Valor obtenido utilizando el FE del consumo de papel (anexo 6.1)

La agrupación de todas las instituciones que reportan el consumo de papel se observa en la Figura 3-24.

**Figura 3-24: Emisiones anuales asociadas al consumo de papel de agrupación de instituciones [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

Los rangos de valores para este indicador se pueden observar en la Tabla 3-20.

**Tabla 3-20: Emisiones anuales asociadas al consumo de papel de agrupación [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**

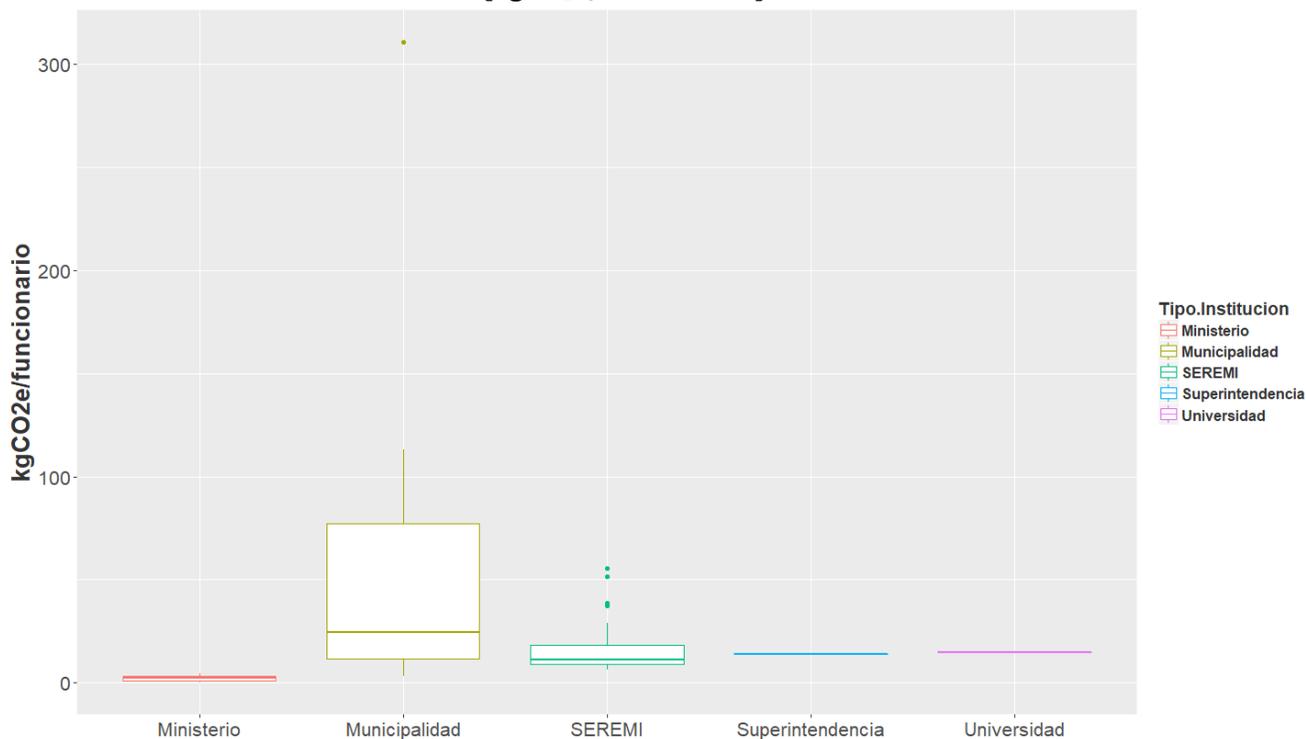
Clasificación	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo	Resmas de papel*
Consumo de papel	60	0.00	12.84	21.44	30.73	57.06	11

\*: Para este cálculo, se utiliza el valor de la mediana

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al consumo de agua, la Figura 3-25 presenta las emisiones por rubro. Se puede observar que una institución perteneciente al rubro de Municipalidades reporta mayores emisiones que el resto de las instituciones.

**Figura 3-25: Emisiones anuales asociadas al consumo de agua por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

Los valores presentados en la Tabla 3-21 muestran la distribución de las emisiones por institución. Considerando que un kgCO<sub>2</sub>e equivale a 0.95 m<sup>3</sup> de agua y utilizando el valor de la mediana de las municipalidades, se calcula que estas instituciones se consumen 23,000 litros al año por funcionario.

**Tabla 3-21: Emisiones anuales asociadas al consumo de agua por tipo de institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**

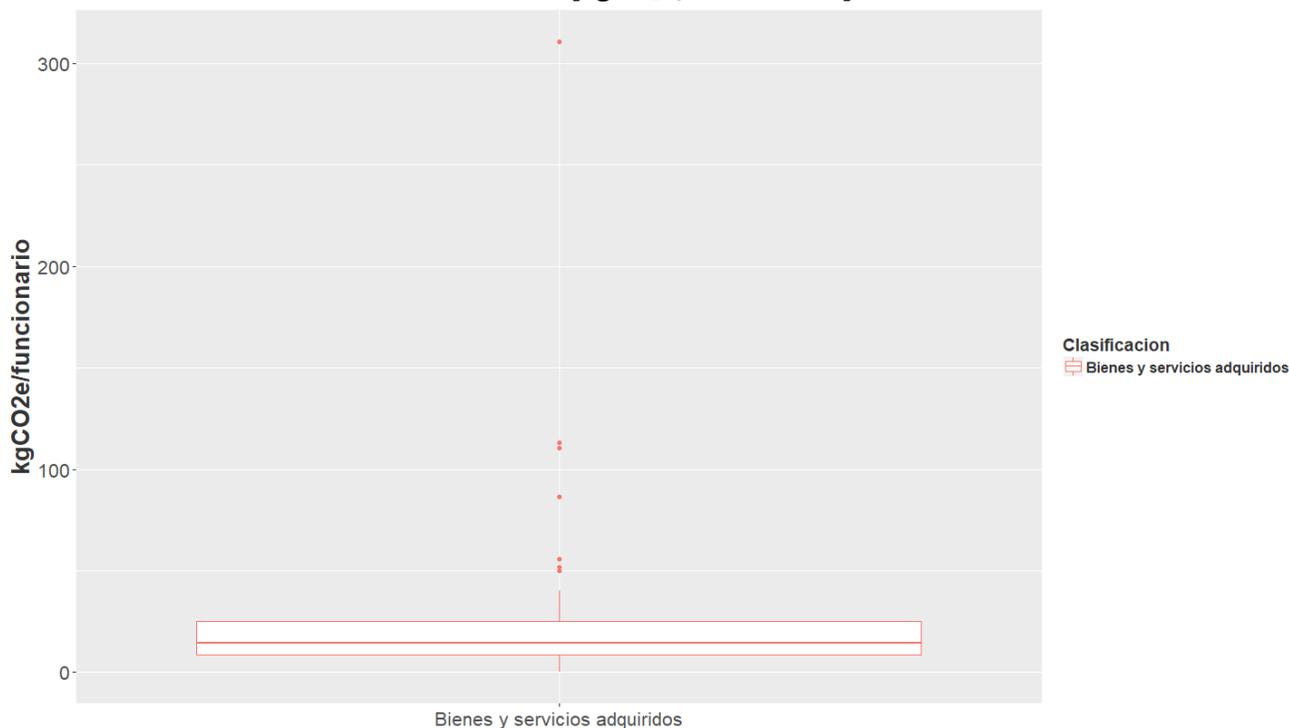
Tipo de Institución	Número de instituciones	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo	Agua consumida (litros)*
<b>Ministerio</b>	2	0.00	1.11	2.22	3.33	4.44	2,109
<b>Municipalidad</b>	14	3.35	11.77	24.31	77.29	112.95	23,094
<b>SEREMI</b>	28	6.31	8.99	10.97	18.34	28.77	10,421
<b>Superintendencia</b>	1	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	13,338
<b>Universidad</b>	1	14.89	14.89	14.89	14.89	14.89	14,145

\*: Para este cálculo, se utiliza el valor de la mediana

Fuente: Elaboración propia

Debido a que las instituciones muestran un consumo de agua similar, se decidió agrupar todas las instituciones en un clúster, lo cual se muestra en la Figura 3-26.

**Figura 3-26: Emisiones anuales asociadas al consumo de agua de la agrupación de instituciones [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

La distribución de este clúster de instituciones se presenta en la Tabla 3-22.

**Tabla 3-22: Emisiones anuales asociadas al consumo de agua de la agrupación de instituciones [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**

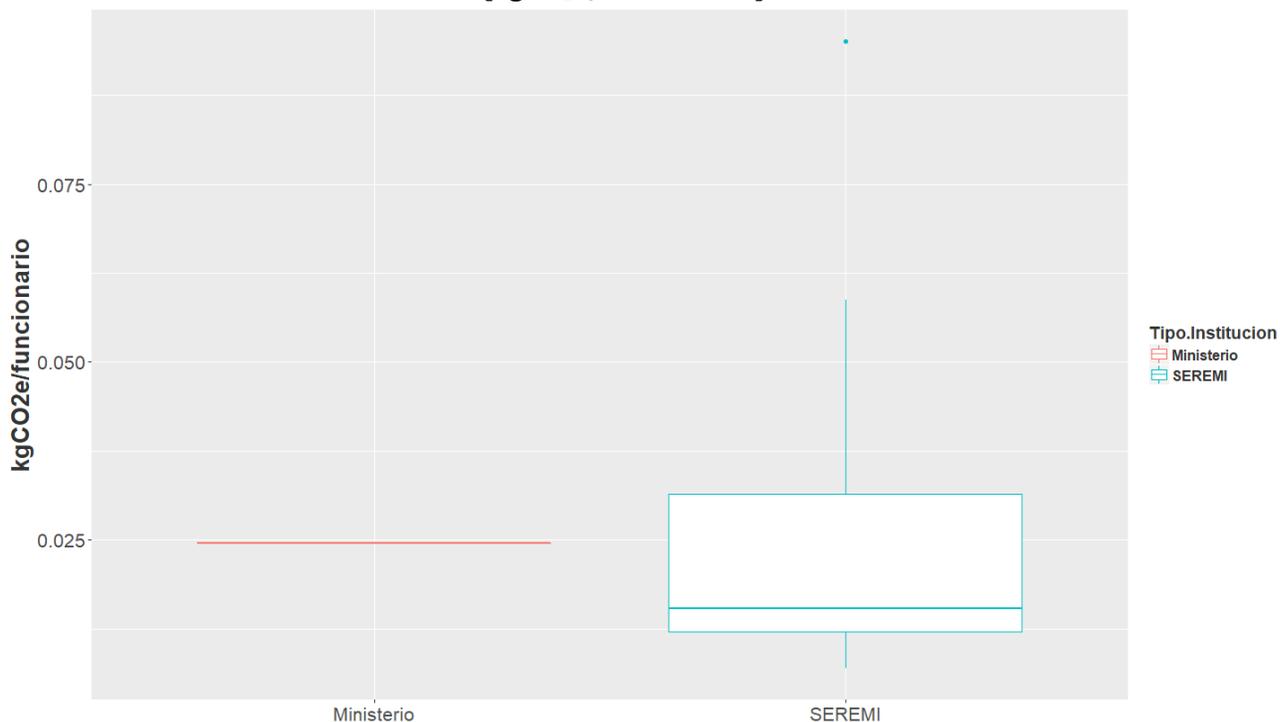
Clasificación	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo	Agua consumida (litros)*
Consumo de agua	46	0.00	8.81	14.46	24.94	40.11	13,740

\*: Para este cálculo, se utiliza el valor de la mediana

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, las emisiones asociadas al consumo de tinta se presentan en la Figura 3-27. Esta fuente de actividad la reportan solo dos rubros. De esta forma, el único indicador que se puede identificar de forma representativa, sería para las SEREMI, ya que las municipalidades solo presentan una institución que reporta este dato.

**Figura 3-27: Emisiones anuales asociadas al consumo de tinta por institución [kgCO<sub>2</sub>e/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3-23 muestra los valores correspondientes a las emisiones de las instituciones. Si se considera que un kgCO<sub>2</sub>e equivale a 36.7 tóners de tinta y utilizando la mediana de las SEREMI, se deduce que se consume aproximadamente un tóner de tinta cada dos funcionarios al año en estas instituciones.

**Tabla 3-23: Emisiones anuales asociadas al consumo de tinta por institución [kgCO<sub>2</sub>/funcionario]**

Tipo de Institución	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo	Tóners de tinta consumidos*
Ministerio	1	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	1
SEREMI	19	0.007	0.012	0.015	0.031	0.059	0.5

\*: Para este cálculo, se utiliza el valor de la mediana

Fuente: Elaboración propia

Al igual que el consumo de papel y agua, se decidió agrupar las instituciones en un solo clúster. Esto se presenta en la Figura 3-28.

**Figura 3-28: Emisiones anuales asociadas al consumo de tinta de agrupación de instituciones [kgCO<sub>2</sub>/funcionario]**



Fuente: Elaboración propia

Los rangos de valores de este indicador se muestran en la Tabla 3-24.

**Tabla 3-24: Emisiones anuales asociadas al consumo de tinta de agrupación de instituciones [kgCO<sub>2</sub>/funcionario]**

Clasificación	Número de huellas de carbono	Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Máximo	Tóners de tinta consumidos*
Consumo de tinta	20	0.007	0.013	0.015	0.030	0.041	0.5

\*: Para este cálculo, se utiliza el valor de la mediana

Fuente: Elaboración propia

## 4. Mejores técnicas y tecnologías para la reducción de emisiones de GEI en oficinas

Tras la sistematización de la información de inventarios de oficina, se identificaron no sólo las principales fuentes de GEI, sino que también indicadores que dan cuenta de la variedad de las emisiones de estas instituciones. En base a esto, se procedió a levantar información sobre distintas medidas de mitigación para reducir las emisiones directas e indirectas de GEI en el sector organizacional.

Estas medidas consideraron gestión de transporte diario de las personas, viajes de negocio eficientes, eficiencia energética en iluminación y climatización, uso de energía renovable no convencional, fomento de buenas prácticas en uso de equipos y materiales, gestión de residuos, entre otras. Una vez elaborado el listado de medidas identificadas se realizó un taller en conjunto con la contraparte técnica que permitió desarrollar un proceso de jerarquización, cuyo resultado fueron cinco medidas entre todas las recopiladas. Estas cinco medidas fueron seleccionadas con el objetivo de evaluarlas económicamente y analizar sus potenciales de reducción.

### 4.1 Medidas identificadas

El levantamiento de información incluyó el análisis de diferentes documentos nacionales e internacionales que proponen medidas de reducción de GEI en actividades de oficinas. Entre los documentos revisados, se incluyen<sup>8</sup>:

- Guías de eficiencia energética y gestión eficiente de energía
- Guías de oficinas verdes
- Planes de gestión de cambio climático
- Reportes sustentables de empresas
- Planes de reducción de huella de carbono
- Manuales de buenas prácticas en oficinas

De todos estos documentos, se seleccionaron las medidas que tengan mayor aplicabilidad en el contexto nacional. De esta forma, se recopiló un total de 68 acciones, que fueron agrupadas en 40 medidas y áreas de mitigación. Además, de acuerdo a las características de reducción de emisiones de cada medida, estas fueron asociadas a los diferentes alcances.

La Tabla 4-1 presenta las medidas asociadas a las fuentes de emisión comprendidas en el alcance 1. Las medidas se enfocan en los sistemas de calefacción, lo cual como se observa en la Figura 3-12, es de mayor relevancia en las regiones del sur del país. Respecto a medidas asociadas a las fuentes móviles, estas se cruzan con las medidas que se aplican al transporte de

---

<sup>8</sup> En la sección anexo 8.2 se presenta un listado con las principales fuentes de información.

trabajadores, como estas últimas tienen un mayor impacto en las emisiones se agrupan bajo esta clasificación en las medidas de fuentes de alcance 3.

**Tabla 4-1 Medidas recopiladas de fuentes de alcance 1**

Clasificación	Área	Medida	Descripción	Nº de acciones
Fuentes fijas	Calefacción	Cambio de combustible	Cambio de combustible utilizado en calefacción, por un combustible asociado a tecnologías con menos emisiones, por ejemplo, Gas Natural o Gas Licuado.	1
		Mantenimiento de sistemas de calefacción central	Sistemas de calefacción con mantenimientos al día. Esto incluye evaluación de la eficiencia energética del sistema (Auditoría Energética). También se considera la revisión del sistema de transmisión de la energía y su aislación para mejorar la eficiencia del sistema en su conjunto.	2
		Optimización caldera	Optimización de la operación de la caldera para un uso eficiente. Considera la evaluación de la eficiencia y la regulación de la entrada de aire para maximizar la eficiencia de operación de la misma.	1

Fuente: Elaboración propia

En relación al alcance 2, como se puede observar en la Tabla 4-2, se recopilaron 26 acciones asociadas a 16 medidas. Las medidas apuntan principalmente a reducir el consumo eléctrico, ya sea mediante buenas prácticas o el recambio de aparatos por tecnologías de menor consumo. También se contemplan medidas de eficiencia energética que permiten una reducción del consumo de electricidad por medio de sistemas como la aislación térmica, medidas contra el consumo vampiro o el uso de termos para evitar el sobre uso de los hervidores eléctricos.

**Tabla 4-2: Medidas recopiladas alcance 2**

Clasificación	Área	Medida	Descripción	Nº de acciones
Adquisición de electricidad	Climatización	Bloquear filtraciones de aire	Bloqueo de filtraciones de aire con el objeto de evitar renovaciones de aire indeseadas que reduzcan la eficiencia del sistema de climatización.	1
		Implementación de nuevas tecnologías de climatización	Recambio de equipos de climatización por equipos más eficientes. También se consideran nuevas tecnologías que usen refrigerantes con menor potencial de calentamiento global.	2
		Mejores prácticas climatización	Prácticas operativas que permiten aumentar la eficiencia energética de los sistemas de climatización	2

Clasificación	Área	Medida	Descripción	Nº de acciones
		Rediseño de fachada de techos y paredes	Mejorar aislación térmica estructural del establecimiento mediante un estudio de la fachada, permitiendo disminuir las pérdidas y maximizar la entrada de luz solar.	1
		Uso eficiente de AA	Uso de pautas para optimizar la operación de los sistemas de Aire Acondicionado, maximizando la eficiencia en su operación.	2
		Ventanas termo panel	Mejorar aislación térmica por medio del recambio de las ventanas, mejorando la envolvente térmica del establecimiento.	1
	Consumo electricidad	Implementación de paneles solares	Uso de energía no convencional, desplazando el consumo desde la red.	1
		Monitoreo de consumo energía	Monitorear el uso de energía para diseñar plan que permita gestionar el consumo	2
		Termo para agua hervida	Permite aumentar la eficiencia mediante el desplazamiento del uso innecesario del hervidor eléctrico	1
		Timer en equipos de cocina	Evitar consumos innecesarios en aparatos eléctricos de cocina.	1
	Eq. Oficina	Equipos con sellos energéticos	Recambio a equipos con sellos energéticos que garanticen un menor consumo (Energy Star, EPEAT, entre otros)	1
		Evitar consumos vampiros	Evitar el consumo de equipos en stand by mediante la instalación de regletas con interruptor único, o mediante el uso de aparatos compartidos.	2
		Mejores prácticas computación	Reducir el consumo de energía de computadores mediante la regulación de los parámetros de operación de los computadores.	3
	Iluminación	Mejores prácticas iluminación	Minimizar el uso de luz artificial mediante variaciones en las prácticas de los trabajadores.	2
		Optimización de luz artificial	Reducir el consumo de luz mediante la instalación de tecnologías, como sensores de movimientos, iluminación adaptable e interruptores por zona.	3
		Renovación sistema de iluminación	Recambio de tecnología a ampollitas y/o tubos LED que cuentan con una mayor eficiencia energética.	2

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se recopilieron 37 acciones agrupadas en 21 medidas correspondientes al alcance 3. Estas medidas se enfocan en reducir emisiones correspondientes al consumo de bienes y

servicios (agua y papel), movilización de trabajadores y al tratamiento y disposición de residuos. La Tabla 4-3 presenta la descripción de cada una de estas. Si bien no se incluyen medidas específicas para los viajes aéreos de negocio de trabajadores, se esperan que medidas asociadas al transporte de funcionarios permitan disminuir el desplazamiento aéreo de los trabajadores. Por ejemplo con medidas como evitar el desplazamiento innecesario de los trabajadores mediante el uso de tecnologías como videoconferencias o el uso de nubes informáticas para compartir información, en conjunto con la difusión del impacto ambiental, se espera que los trabajadores eviten vuelos que no sean indispensables.

**Tabla 4-3: Medidas recopiladas alcance 3**

Clasificación	Área	Medida	Descripción	N° de acciones
<b>Bienes y servicios adquiridos</b>	Consumo agua	Cambio de tecnologías en baños	Recambio a tecnologías más eficientes en baños (urinarios sin agua, aireadores para lavabos, inodoros con cisterna diferenciada, entre otros)	6
		Mejores prácticas en baños	Prácticas que permitan disminuir el consumo de los baños, incluye la mantención de baños al día para evitar pérdidas de agua	1
		Monitoreo de consumo agua	Realizar un seguimiento al consumo de agua para diseñar un plan de gestión del consumo de agua.	2
	Consumo papel	Digitalización de documentos	Evitar la impresión innecesaria de documentos mediante el uso de versiones digitales de los documentos, considera recomendaciones y buenas prácticas para el fomento de documentos digitales.	4
		Mejores prácticas impresión	Reducir la cantidad de insumos (papel y tinta) utilizado en impresión, mediante el ajuste de los parámetros de impresión en los computadores. Considera también recomendaciones y buenas prácticas.	5
		Monitoreo de consumo papel	Realizar un seguimiento al consumo de papel para el diseño de un plan de gestión del consumo del papel.	1
		Pull printing	Sistema tecnológico que individualiza las impresiones y permite realizar una mejor gestión de la impresión mediante el control de, por ejemplo, el número de impresiones por trabajador	1
		Re uso de papel	Uso de un banco de papeles con uso, pero aún útiles para impresiones de menor relevancia	1
		Tinta de bajo impacto	Utilizar tintas de origen sustentable, permitiendo reducir el impacto por unidad de tinta utilizada.	1
		Uso de papel con eco-label	Uso de papel de origen sustentable, permitiendo reducir el impacto por unidad de papel consumido	1
		Uso de papel reciclado	Uso de papel reciclado para impresión, permitiendo reducir el impacto por unidad de papel consumido	1

Clasificación	Área	Medida	Descripción	N° de acciones
<b>Tratamiento y/o disposición de residuos</b>	Reciclaje	Facilitar el reciclaje de desechos	Instalar el inmobiliario necesario para el reciclaje. Incluye implementar acciones que incentiven el reciclaje	2
		Reciclaje de equipos y desechos	Almacenamiento y posterior reciclaje de equipos electrónicos	2
<b>Movilización de personas</b>	Movilización de personas	Carpooling	Incentivar el uso compartido del auto como medio de transporte, disminuyendo las emisiones asociadas al uso de vehículos particulares	1
		Difusión de información ambiental	Difundir información respecto a los impactos ambientales y en la salud de las emisiones vehiculares, se puede complementar con información respecto a los beneficios de utilizar medios alternativos	2
		Estacionamiento de bicicletas	Instalación de inmobiliario que funcione como incentivo al uso de bicicletas	1
		Incentivos para carpooling	Medidas que incentiven el uso del auto compartido, como por ejemplo, el estacionamiento especial para autos compartidos	1
		Monitoreo de movilización trabajadores	Seguimiento al medio de transporte usado por trabajadores con el fin de generar un plan de gestión del mismo	1
		Sistema de gestión rutas y flotas	Reducir el consumo de combustible de autos de la empresa mediante la optimización de las rutas seguidas por estos.	1
		Mejores prácticas para evitar movilización innecesaria	Incentivar medidas que eviten el desplazamiento innecesario de los funcionarios, tales como el trabajo desde la casa	1
<b>Viajes de negocios/aéreos</b>	Viajes de negocio	Evitar viajes aéreos de negocio	Incentivar medidas que eviten el desplazamiento innecesario de los funcionarios, tales como las video conferencias	1

Fuente: Elaboración propia

Si bien en el presente documento se realizó el esfuerzo de individualizar cada una de las medidas, en la realidad estas medidas funcionan de forma conjunta generando efectos combinados. Sin perjuicio de esto, es relevante destacar el impacto que tienen medidas de carácter de difusión sobre el cambio de comportamiento, hábitos y disposición de los funcionarios. Existe un ciclo virtuoso entre las medidas y su difusión, pues en la medida que las medidas y sus impactos son difundidos entre los funcionarios, éstos cambian sus hábitos favoreciendo la implementación y los resultados de las medidas. Diversos estudios científicos han estudiado de forma sistemática la relevancia de la participación activa de los funcionarios en la gestión sustentable de los lugares de trabajos, entre ellos se recomienda:

- “Motivating energy conservation in the workplace: An evaluation of the use of group-level feedback and peer education” (Carrico & Riemer, 2011)
- “Persuasive Technology for Sustainable Workplaces” (Lockton, Nicholson, Cain, & Harrison, 2014)
- “Changing behavior: Increasing the effectiveness of workplace interventions in creating pro-environmental behaviour change” (Unsworth, Dmitrieva, & Adriasola, 2013)

## 4.2 Proceso de jerarquización

Dado que por bases es necesario evaluar económicamente cinco de estas medidas, y el abanico de medidas recopiladas es bastante amplio, se decidió realizar un taller con invitados del MMA<sup>9</sup> que dieran las bases para la priorización y selección de las medidas.

El taller se dividió en 3 etapas: en primer lugar, se expuso los resultados del levantamiento de información descrito en la Sección 3, con el fin de contextualizar a los participantes sobre las principales fuentes de emisión del sector organizacional de Chile. Luego, se procedió a identificar criterios que caractericen las medidas y sus prioridades relativas. Por último se solicitó a los participantes que del listado de medidas presentado en la Sección 4.1 seleccionaran las diez que les parecen más relevantes. Lo anterior permite realizar un análisis en conjunto de las prioridades y medidas priorizadas, y a partir de ambos criterios seleccionar las 5 medidas a evaluar.

De esta manera, se discutió de forma grupal con los integrantes del taller, los criterios que debía incorporar la elección de las medidas. Así, se seleccionaron ocho criterios<sup>10</sup>:

1. Universalidad: Rango de aplicabilidad de la medida, es decir, las medidas aplican a las oficinas a las que puede ser aplicada la medida, independiente de su localización geográfica, rubro y tamaño. Este se considera como un criterio binario, es decir, las medidas pueden ser o no universales. Ejemplo:
  - Sí: termo para agua caliente;
  - No: Estacionamiento de bicicletas
2. Fuentes principales: La medida aplica sobre las principales fuentes de emisión del sector organizacional: consumo eléctrico y transporte de trabajadores. Las medidas se caracterizan de forma binaria según este criterio, es decir, aplica o no sobre las principales fuentes. Ejemplo:
  - Sí: Pantallas LCD
  - No: Optimización de operación de caldera
3. Costo de inversión: Nivel de inversión necesaria para la implementación de la medida. Este puede ser nulo, bajo, medio o alto. Ejemplo:

---

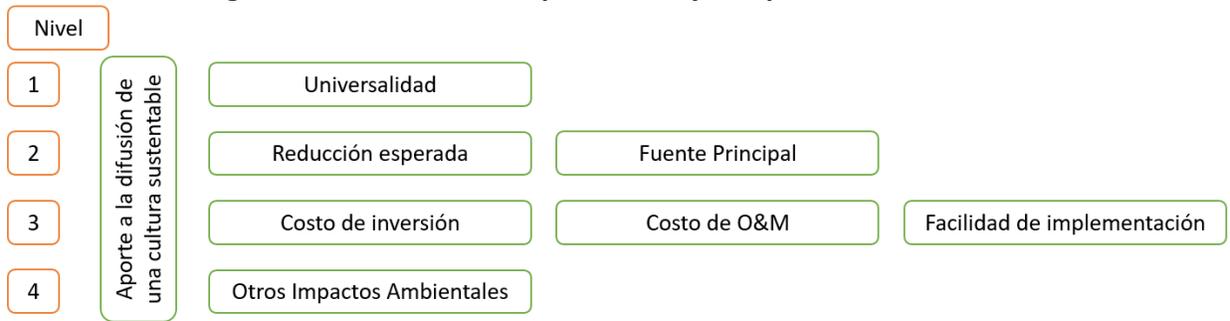
<sup>9</sup> Participaron miembros del equipo de mitigación de cambio climático, de la oficina de Gestión Ambiental Local y de Huella Chile

<sup>10</sup> Estos criterios se definieron a partir de 7 criterios bases propuestos por el equipo consultor, a los cuales se incluyó el criterio facilidad de implementación propuesto por los asistentes al taller.

- N (neutro): Priorizar envío de información por e-mail
  - B (bajo): Cielos y paredes de colores claros
  - M (medio): Equipos eléctricos con sellos energéticos
  - A (alto): Ventanas termopanel
4. Costo de operación y mantenimiento: Nivel esperado de los costos económicos de operación y mantenimiento anuales. Puede ser que impliquen un ahorro, o sean bajo o medio. Ejemplo:
- Ahorro: Uso de ampolletas LED
  - B (bajo): Programa de gestión de archivos (como Dropbox o Google Drive)
  - M (medio): Uso de papel con sellos ecológico
5. Reducción esperada: Nivel esperado de la reducción en comparación con las emisiones totales de su área. Se consideran tres niveles puede ser baja, media y alta reducción. Ejemplo:
- B (bajo): Monitoreo de consumo de agua
  - M (medio): Urinarios sin agua
  - A (alto): Sistema de regeneración de agua
6. Otros impactos ambientales: Existen otros impactos ambientales directos, diferentes a las emisiones de GEI, asociados a la medida. Se considera una variable binaria dependiendo de si tienen o no tienen otros impactos ambientales. Ejemplo:
- Sí: Cambio de combustible para calefacción
  - No: Uso de regletas anti consumo stand-by
7. Facilidad de implementación: Criterio que da cuenta de que tan compleja es la implementación de la medida en el sector organizacional. Esta puede ser difícil, nulo o fácil. Ejemplo:
- F (fácil): Impresiones por doble cara
  - N (neutro): Monitoreo del consumo de energía
  - D (difícil): Cambio de tecnología en baños
8. Aporte a la difusión de cultura sustentable: Aporte directo de la medida a la generación y difusión de una cultura sustentable en la organización. Variable binaria. Ejemplo:
- Sí: Estacionamiento de bicicletas
  - No: Implementación de nuevas tecnologías de climatización

Una vez definidos los criterios a incorporar en el análisis, se procedió a agruparlos y jerarquizarlos, lo cual dio origen a cuatro niveles de relevancia relativa y un nivel de carácter transversal (ver Figura 4-1):

**Figura 4-1 Resultados del proceso de jerarquización de criterios**



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de taller de jerarquización

El objetivo de esta jerarquización fue definir las prioridades y ponderadores que tendrá cada uno de los criterios en la selección de medidas. De esta forma, se presenta en la Tabla 4-4 los ponderadores de cada criterio.

**Tabla 4-4: Puntaje de ponderadores de criterios**

Criterio	Ponderador criterio	Nivel	Puntaje nivel
Universalidad	5	Si	1.00
		No	0
Fuentes principales	4	Sí	1.00
		No	0
Costo Inversión	3	Alto	0
		Medio	0.33
		Bajo	0.66
		Nulo	1.00
Costo O&M	3	Ahorro	1.00
		Bajo	0.66
		Medio	0.33
		Alto	0
Reducción esperada	4	Ahorro	1.00
		Medio	0.66
		Bajo	0.33
		Nulo	0
Otros impactos Ambientales	2	No	0
		Sí	1.00
Aporte a difusión de cultura sustentable	Transversal	No	0
		Si	1.00
Facilidad Implementación	3	Difícil	0
		Nulo	0.5
		Fácil	1.00

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis anterior se combinan con los resultados de la encuesta personal sobre cuáles son las medidas con mayor prioridad. Los resultados de ambos sistemas permitieron priorizar medidas. Dado el límite establecido en las bases de sólo evaluar cinco

medidas, se decidió agrupar las medidas con mayor puntaje en cinco planes por temáticas y de esta forma entregar mayor valor al estudio. De esta forma, a partir de los resultados del taller, se seleccionaron 13 medidas, las cuales fueron agrupadas en cinco planes:

1. Plan de Transporte: Mejores prácticas para evitar movilización, difusión de información ambiental, carpooling e incentivo para uso de bicicletas. Es importante mencionar que este plan se dividió entre una evaluación para la empresa y una para el trabajador. Esto debido a que existen beneficios que deben ser evaluados para ambos casos.
2. Plan de Climatización: Mejores prácticas de climatización e implementación de nuevas tecnologías de climatización
3. Plan de Iluminación: Mejores prácticas de iluminación y renovación sistema de iluminación
4. Plan de Computación: Mejores prácticas computación, mejores prácticas de impresión, digitalización de documentos y monitoreo de consumo de papel
5. Paneles FV: Implementación de Paneles FV

Cada una de estas medidas tiene asociada diferentes acciones, las cuales serán finalmente incluidas en la evaluación económica de la sección 4.3.

### **4.3 Evaluación de medidas priorizadas**

Los cinco planes seleccionados tienen diferentes medidas que agrupan un número fijo de acciones. Entre estas, siete corresponden al plan de transporte, tres al plan de climatización, quince al plan de computación, y finalmente, una está asociada a la implementación de paneles fotovoltaicos. Por lo tanto, la evaluación económica incorporó 26 acciones, las cuales se resumen en la Tabla 4-5.

**Tabla 4-5: Acciones consideradas en el análisis económico**

Plan	Grupo de acción	Acción
Plan de Transporte	Mejores prácticas para evitar movilización innecesaria	Trabajo a distancia
	Evitar viajes aéreos de negocios	Video Conferencias
	Difusión de información ambiental	Difusión de correo
		Diseño de información para difusión
	Carpooling	Sistema de carpooling
Incentivo al carpooling		
	Incentivo para uso Bicicletas	Estacionamiento bicicletas
Plan de climatización	Mejores prácticas de climatización	Abrir ventanas durante las mañanas
	Mejores prácticas de climatización	Regular paso de rayos solares
	Implementación de nuevas tecnologías de climatización	Bombas de calor Aire-Aire / AA split
Plan de iluminación	Mejores prácticas iluminación	Uso de luz natural en el día
		Cielos y paredes de colores claros
	Renovación sistema de iluminación	Ampolletas LED
Plan de computación	Mejores prácticas computación	Apagar computador cuando se ausente más de 30 minutos
		Equipos en ahorro de energía
	Disminución de insumos de impresión	Reducir tamaño de letras y márgenes
		Imprimir por ambos lados
		Compartir información impresa
		Imprimir solo páginas necesarias
		Imprimir más de una slide por página para PPTs
		Ver documentos en PC
		Hacer reportes intranet
	Priorizar envío de información por mail	
Programas de gestión de archivos (Dropbox, Google Drive, etc)		
Monitoreo de consumo papel	Monitoreo uso de papel	
Paneles FV	Implementación Paneles FV	Implementación Paneles FV

Fuente: Elaboración propia

El análisis económico de cada uno de los planes se realizó comparando dos escenarios:

- *Bussiness as usual* (BAU): Este corresponde al comportamiento habitual de las oficinas, sin considerar medidas de mitigación
- Incorporación de plan de medidas: Incorpora el escenario en el cual el plan de mitigación es implementado por la institución

Para evaluar cada una de las acciones en los escenarios mencionados anteriormente, se elaboró una herramienta que consiste en una planilla de cálculo de Excel la cual, mediante el ingreso de parámetros y supuestos, permite realizar el análisis económico de cada uno de los cinco planes.

El objetivo es poder modelar el comportamiento de una oficina en términos de costos, ahorros y emisiones totales evitadas por la implementación de cada una de las acciones.

Si bien las bases técnicas solicitaban una evaluación se decidió dar valor agregado mediante el diseño de la planilla de cálculo para que funcione como una herramienta de cálculo, fácilmente modificable por los usuarios para que representen las condiciones específicas de cada una de las oficinas.

La herramienta posee la flexibilidad de modificar los escenarios de evaluación y adaptarse a los requerimientos de las diferentes instituciones, ya que es escalable y parametrizable. Por ejemplo, permite el ingreso de parámetros como la cantidad de funcionarios, superficie de la oficina, factores de emisión, entre otros. Esta planilla también permite la elección de las acciones y/o medidas por plan que se incorporarían en la evaluación económica y la modificación de los supuestos y parámetros usados en ésta. Por ejemplo, la potencia, costos de instalación y precio de las ampollitas LED, incorporados en el plan de iluminación. El escenario BAU consideró los parámetros y supuestos que se presentan en el anexo 8.3.

En la evaluación de las medidas cuyos resultados económicos se presentan en la Tabla 4-6, y sus resultados en términos de emisiones anuales evitadas en la Tabla 4-7, se modela una oficina de 50 m<sup>2</sup>, con 20 funcionarios y una superficie disponible para paneles solares de 10 m<sup>2</sup>. Dentro de sus actividades se encuentra el uso de aire acondicionado para calefacción en invierno y verano, uso de ampollitas normales, computadores de escritorio con pantalla integrada, entre otras<sup>11</sup>. En cuanto al escenario de incorporación de las acciones, los supuestos utilizados para cada uno de los planes se pueden observar en el anexo 8.4.

---

<sup>11</sup> La herramienta fue construida de forma que permite variar toda estas condiciones para adaptarlas a las de la oficina

**Tabla 4-6: Resultados evaluación económica [CLP/año]**

N°	Nombre Medida	Periodo de evaluación	Inversión inicial [\$]	Costos O&M [\$/año]	Ahorros Totales Anuales [\$/año]	Costo Neto [\$/año]	VAN [\$]	Payback [años]
<b>1</b>	Plan de Transporte oficina	10	\$350,000	\$1,542,240	\$3,275,345	\$(1,733,105)	\$12,405,807	0.34
1.1	Evaluación para trabajadores	10	\$0	-	\$3,035,345	\$(3,035,345)	\$22,340,407	0 <sup>1</sup>
1.2	Evaluación para empresas	10	\$350,000	\$1,542,240	\$240,000	\$1,302,240	\$(9,934,600)	n/a <sup>2</sup>
<b>2</b>	Plan de Climatización	10	\$2,187,000	\$15,000	\$333,900	\$(318,900)	\$160,132	6.86
<b>3</b>	Plan de Iluminación	10	\$505,737	-	\$321,300	\$(321,300)	\$1,859,059	1.57
<b>4</b>	Plan de Computación	10	\$0	\$49,875	\$516,577	\$(466,702)	\$3,434,966	0 <sup>1</sup>
<b>5</b>	Paneles Fotovoltaicos	10	\$1,193,756	-	\$422,188	\$(422,188)	\$1,913,586	2.83

1. La medida no considera inversión
2. No se recupera la inversión del conjunto de medidas

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4-7 Emisiones evitadas por medida evaluada [kgCO<sub>2</sub>e/año]**

N°	Nombre Medida	Emisiones Anuales Evitadas
<b>1</b>	Plan de Transporte oficina	5.970
1.1	Evaluación para trabajadores	4.290
1.2	Evaluación para empresas	1.680
<b>2</b>	Plan de Climatización	1.478
<b>3</b>	Plan de Iluminación	1.215
<b>4</b>	Plan de Computación	319
<b>5</b>	Paneles Fotovoltaicos	1.596

Fuente: Elaboración propia

El plan de transporte tiene un elevado costo total debido a que considera el uso de una plataforma o aplicación para facilitar el uso de auto compartido (*carpooling*), lo cual genera un costo anual de 1.5 millones de pesos anuales aproximadamente, además de un la instalación de softwares en los computadores que faciliten compartir documentos y las videoconferencias<sup>12</sup>, que alcanzan un total de \$756,000. Dado que los beneficios económicos serían percibidos principalmente por los trabajadores y no la empresa, las medidas analizadas en este plan no generan ahorros significativos para las instituciones.

<sup>12</sup> En el caso, altamente probable, de que la empresa ya cuente con estos softwares entonces el costo unitario se puede modificar a 0 pesos, o elegir no implementar dicha medida

Respecto al plan de climatización, de implementarse el recambio por sistemas eficientes de climatización<sup>13</sup> junto con un correcto uso de ellos, permitiría generar ahorros. Si la operación no es la correcta el recambio del equipo podría resultar en un costo neto, en lugar de un ahorro, aun así generaría reducciones producto de su mejor eficiencia y de contar con un gas con menor impacto en el cambio climático.

El plan de iluminación es altamente beneficioso, pues genera ahorros relevantes. La principal medida es la renovación del sistema de iluminación por ampolletas LED. Los beneficios pueden aumentar en la medida en que se acompañe el recambio con buenas prácticas que permitan aprovechar la luz natural durante las horas de día.

El plan de computación está diseñado para significar ahorros relevantes en base a la disminución del consumo de electricidad en los computadores y de insumos para impresión, mediante la modificación de los parámetros predefinidos en los computadores y el establecimiento de una cultura que apunte en este sentido. Al ser medidas de un carácter que no implican grandes costos<sup>14</sup>, resulta en la medida con los mayores beneficios netos en términos económicos. En cuanto a la reducción de emisiones, estas vienen principalmente del ahorro de electricidad mediante el cambio de la configuración base del computador, y en segundo lugar a la reducción del consumo de insumos de impresión.

Los paneles fotovoltaicos buscan aprovechar el desplome de los precios de los paneles solares, junto con incentivos como la ley de net billing<sup>15</sup>, que permite entregar a la red la energía que no es consumida, asociando un pago por ella. Esta medida tiene un costo de inversión alto, en comparación con los ahorros, pero la inversión se recupera en el mediano plazo resultando en ahorros totales en términos económicos. Cabe destacar que este ahorro dependerá de la disponibilidad del recurso solar que varía según la ubicación geográfica. La universidad de Chile desarrolló el explorador Solar, plataforma web que permite estimar la disponibilidad del recurso, existen iniciativas con mayor detalle en algunas comunas, como Vitacura y en el gran Concepción.

---

<sup>13</sup> Se considera además que tenga un gas refrigerante de bajo potencial de calentamiento global, lo cual se refleja en las emisiones evitadas.

<sup>14</sup> Sólo se considera la instalación de un sistema que permita compartir documentos vía web (tipo Dropbox o GoogleDrive) y el tiempo que le dedicaría un funcionario a monitorear el consumo de papel

<sup>15</sup> Existen otros beneficios para instituciones públicas bajo el programa de techos solares del Ministerio de Energía

## 5. Guía de mejores técnicas y tecnologías disponibles para la reducción de emisiones GEI del sector organizacional

Con el objetivo de difundir la información de los planes y medidas seleccionadas en la sección 4, se elaboró una guía de mejores técnicas disponibles, la cual se presenta en el anexo 8.5. Está cuenta con dos secciones:

1. Antecedentes generales y listado de medidas.
2. Guías de los cinco planes seleccionados.

Su estructura permite generar un relato que facilita su comprensión. En primer lugar, se contextualiza sobre las emisiones del sector de oficinas indicando los alcances que generan mayores emisiones y se presenta el procedimiento del levantamiento de información de las técnicas y tecnologías de mitigación de emisiones GEI, el cual se especificó en la sección 3.1. En segundo lugar, se presenta el listado de medidas categorizadas por alcance y área de acción. Lo anterior le permite al lector tener un conocimiento general de distintas técnicas y tecnologías que podrían ser aplicadas. Finalmente, se presentan las guías de cada uno de los planes y medidas describiendo sus beneficios, potencial de reducción, aplicabilidad, limitaciones, efectos asociados y viabilidad MRV<sup>16</sup>. Además, se incluyó un análisis económico que consideró tres tipos de oficina, cuyas características fueron seleccionadas de acuerdo a la información recopilada en las huellas de carbono del sector organizacional:

- Oficina pequeña: Considera una superficie de 50 m<sup>2</sup> y 10 funcionarios. Además, incluye una superficie solar de 10 m<sup>2</sup>
- Oficina promedio: Esta considera una superficie de 140 m<sup>2</sup> y 25 funcionarios. Además, cuenta con una superficie solar de 25 m<sup>2</sup>
- Oficina grande: Supone una superficie de 1200 m<sup>2</sup> y 80 funcionarios, superficie solar 240m<sup>2</sup>

Tal como se mencionó anteriormente, el objetivo de la guía es lograr difundir la información de las diferentes medidas que reducen las emisiones GEI del sector de oficinas. Con esto, le permite al sector organizacional utilizar esta herramienta para la elaboración de proyectos de mitigación de emisiones GEI, ya que estas incluyen información de costos, impactos, limitaciones, entre otras características.

La guía está acompañada por una herramienta implementada en Excel, que permite a los usuarios ingresar las características de su oficina y modos de operación, entregando resultados ajustados a su realidad. Esta herramienta está diseñada como una herramienta de apoyo,

---

<sup>16</sup> Medición, reporte y verificación

permitiendo obtener estimaciones simplificadas que permitan dar cuenta del orden de magnitud de los ahorros y emisiones evitadas.

## 6. Reducciones de emisiones GEI sector agrícola

Con el objetivo de estimar las reducciones de emisiones GEI de tres técnicas y tecnologías del sector agrícola se procedió a elaborar una herramienta parametrizable y escalable que puede ser utilizada por diferentes usuarios de este sector.

Para esto, en primer lugar se realizó un levantamiento de información de técnicas y tecnologías agrícolas con emisiones GEI, la cual se enfocó principalmente en documentos de Acuerdos de Producción Limpia y Guías de Mejores Técnicas Disponibles. Luego, se procedió a seleccionar tres de éstas y evaluar sus reducciones a través del desarrollo de una herramienta. Esta estimación fue realizada comparando el escenario caracterizado por las condiciones actuales de cultivo del usuario, con el escenario correspondiente a la implementación de cada una de las tres medidas.

### 6.1 Selección de técnicas y tecnologías del sector agrícola

Para la selección de las tres técnicas y tecnologías del sector agrícola, se realizó un levantamiento de información que incluyó el análisis de diferentes documentos del Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL):

- Acuerdos de Producción y Limpia (APL): Estos documentos contienen las metas y acciones para mejorar las condiciones productivas y ambientales de diversos sectores productivos en términos de higiene y seguridad laboral, eficiencia energética e hídrica, reducción de emisiones, buenas prácticas, entre otras.
- Guía de Mejores Técnicas Disponibles (MTD): Estas guías incluyen información de diversas técnicas y tecnologías que permiten optimizar en diversas áreas las condiciones de producción en diferentes sectores productivos.

Los APL revisados se presentan en la Tabla 6-1, mientras que las guías de MTD analizadas se pueden observar en la Tabla 6-2.

**Tabla 6-1: Documentos de APL analizados**

Acuerdo de Producción Limpia	Año
Sector Viveros Frutícolas	2011
Frutícola Región de Coquimbo	2013
Productores y Exportadores de Fruta, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	2010
Productores de Limón de Pica, Región de Tarapacá	2012
Productores de Tomates y Pimientos Región Arica y Parinacota	2013
Sector Productores de Maíz de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	2013
Sector Hortícola, Zona Central	2013
Productores de Tomates en Ambientes Protegidos	2014
Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas en el Sector Hortofrutícola	2002

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6-2: Guías MTD analizadas

Guías MTD	Año
Mitigación de gases de efecto invernadero en la agroindustria	(a)
Sector vitivinícola Región del Maule	2010
Uso de energía renovable en el sector agrícola	2010
Control heladas sector pomáceas	2012
Manejo de riego en la pequeña agroindustria	2012
Sector productivo PyME frutillas Región del Maule	2015
Sector productivo PyME vitivinícola Región del Maule	2015
Sector productivo PyME arroz Región del Maule	2015
Sector productivo PyME vitivinícola seco Región del Maule	2015

a. Documento no informa año de publicación

Fuente: Elaboración propia

El análisis de estos documentos concluyó en la selección de tres medidas, las cuales fueron escogidas en conjunto con la contraparte, de acuerdo a criterios como la universalidad de las medidas, sector productivo para el que está desarrollada la medida, entre otros:

1. Bombeo fotovoltaico
2. Dosificar el uso de fertilizante sintético según indicación del producto y registro de aplicación
3. Utilización de fertilizantes orgánicos y guanos estabilizados

La primera medida consiste en reemplazar el bombeo de agua con energía convencional a un sistema de bombeo fotovoltaico, evitando las emisiones asociadas al uso de energéticos convencionales (diésel o electricidad). La dosificación del uso de fertilizantes sintéticos consiste en utilizar la cantidad requerida de nitrógeno por el cultivo, reduciendo así las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) asociadas al sobre uso de fertilizantes. La tercera medida, cuyo objetivo es el reemplazo de fertilizantes sintéticos por uno de origen orgánico, estos generan menores emisiones de óxido nitroso.

## 6.2 Estimación de reducción de emisiones

Para la estimación de reducciones se decidió elaborar una herramienta que permita comparar dos escenarios:

- *Business as Usual* (BAU): Corresponde a la situación base en que aún no se implementa la medida. Este escenario fue modelado siguiendo una lógica paramétrica, y contiene los parámetros bases que explican la operación base y permiten estimar la reducción de emisiones. Se trabajó en formato unitario, lo cual permite que el modelo sea fácilmente escalable.
- Implementación de la medida: Se modelaron los tres escenarios correspondientes a la implementación de cada una de las medidas donde se evaluarán la reducción de

emisiones. Es importante destacar que no se considerarán las sinergias entre las medidas, por lo que la evaluación de cada una de estas será independiente.

Estos escenarios se basan en el uso de una base de datos que contiene información “estándar” de los requerimientos de los cultivos y de los suelos. Esta incluye información sobre los factores de emisión, características de fertilizantes (fracción volátil y lixiviada), potencial de calentamiento global del N<sub>2</sub>O, requerimientos de nitrógenos de diferentes cultivos, entre otros. Los datos fueron obtenidos principalmente de tres fuentes, IPCC, FAOSTAT<sup>17</sup> y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Lo anterior permitió desarrollar una herramienta parametrizable que permite a usuarios con distintas condiciones de cultivo y/o suelos utilizarla, y además es escalable, ya que considera el tamaño de la producción. La herramienta elaborada consiste en una planilla de Excel que contiene cinco hojas de cálculo, las cuales se describen en la Tabla 6-3.

**Tabla 6-3: Descripción de la herramienta**

Hoja de cálculo	Descripción
<b>Instrucciones</b>	En la primera hoja de la planilla se describe la herramienta elaborada y se presentan las instrucciones de uso.
<b>Resumen</b>	En esta hoja se deben indicar los parámetros que describen la situación actual del cultivo del usuario. Entre estos datos, se destaca la superficie de cultivo, cantidad de fertilizante sintético usado, tipo de cultivo, condiciones de suelo, entre otros. Además, se presentan los resultados correspondientes a las emisiones evitadas por la implementación de las medidas.
<b>Datos</b>	Contiene la base de datos que le otorga flexibilidad a la herramienta. Incluye la información y fuente de factores de emisión, características de fertilizantes, requerimientos de nitrógeno de distintos cultivos, características de suelos, entre otras.
<b>Bombeo fotovoltaico</b>	En esta se presentan las emisiones de GEI evitadas por el reemplazo en el sistema de bombeo, las cuales se encuentran directamente relacionadas al cambio en el uso del combustible que se utiliza para bombear el agua.
<b>Dosificación fertilizante s.</b>	Se presentan los cálculos y resultados de la comparación entre el escenario BAU y el de dosificar el uso de fertilizante sintético según los requerimientos del cultivo
<b>Uso fertilizantes orgánicos</b>	La última hoja de la herramienta incluye la comparación entre las emisiones de GEI asociadas tanto al uso de fertilizante sintético, como orgánico. De esta forma, se evalúa el escenario base, correspondiente a las condiciones actuales de uso de fertilizante sintético del usuario, y la implementación de la medida, que considera el cambio del fertilizante a uno de origen orgánico

Fuente: Elaboración propia

Para estimar de forma correcta las emisiones, en la hoja Resumen, el usuario deberá en primer lugar definir los parámetros agrícolas que definen el caso base. Estos son:

- Superficie de cultivo
- Cantidad de fertilizante sintético y orgánico utilizado actualmente
- Número de cultivos al año

<sup>17</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations, food and agriculture data. <http://www.fao.org/faostat/>

- Número de bombas de agua instaladas
- Combustible que utilizan las bombas de agua
- Tiempo de funcionamiento de bombas de agua
- Métodos para el cálculo de energía de bombas de agua y selección de parámetros agrícolas

En segundo lugar, la evaluación de la primera medida requiere información correspondiente al consumo de energía de las bombas de agua, el cual puede ser obtenido mediante una estimación utilizando el dato de potencia que tienen las bombas o bien, de una forma teórica más aproximada a la realidad, con datos de carga o elevación, caudal elevado y eficiencia de la bomba. Estos datos se encuentran generalmente en las fichas técnicas de las bombas, específicamente en las curvas características de estas.

En relación a los parámetros que definen las condiciones de cultivo del usuario para la estimación de reducciones de las medidas dos y tres, estos pueden ser ingresados de forma “simplificado” o “detallada”. La primera le permite al usuario seleccionar su cultivo y tipo de suelo entre una lista de opciones. En base a lo anterior, la herramienta estimará los requerimientos de nitrógeno del cultivo (cantidad de fertilizante a utilizar) y la disponibilidad de éste en el suelo, en base a información de un cultivo estándar. De esta manera, se calcularán las emisiones evitadas por la implementación de las medidas en base a estos datos. La opción detallada, a diferencia de la anterior, le permite al usuario ingresar los requerimientos de nitrógeno de su cultivo y la disponibilidad de este nutriente según su tipo de suelo. Así, con estos datos se calcularán las emisiones evitadas por la implementación de las prácticas.

Con el fin de obtener resultados que aseguren que la estimación de reducciones de GEI no sea sobreestimado o subestimado, se recomienda utilizar datos reales de consumo de la energía de las bombas de agua (carga o elevación real del pozo, caudal y eficiencia de bomba) y de los parámetros agrícolas (requerimientos de nitrógeno del cultivo y disponibilidad de nutrientes del suelo). Estos se pueden obtener a través de estudios de suelo, análisis foliar de cultivos y/o consultas a expertos en estos temas.

Un ejemplo de aplicación de la herramienta para estimar las emisiones evitadas por dosificar el uso de fertilizante sintético se presenta a continuación.

Si se considera un productor de lechugas de la Región Metropolitana de Chile, con un predio de 5 hectáreas, cuyas características que definen el caso base son las siguientes:

- El productor realiza una fertilización con 150 kg de Nitrógeno por hectárea al comienzo de cada cultivo de lechuga, el cual lo realiza una vez al año
- Un análisis de suelo indica que este contiene una concentración de 29 mg de Nitrógeno por kilogramo de suelo

Luego, un asesor agrícola le recomienda aplicar sólo 100 kg de Nitrógeno por hectárea, de esta forma, se dosificará el uso de fertilizantes según este requerimiento, evitando emisiones de N<sub>2</sub>O.

En primer lugar, las emisiones del caso base se presentan en la Tabla 6-4. Se consideran tanto las emisiones directas e indirectas del fertilizante.

**Tabla 6-4: Emisiones caso base [kgCO<sub>2</sub>e/ha]**

Caso Base	Fuentes de emisión	Emisiones
<b>Emisiones Directas</b>	Fertilizante sintético aplicado	476.0
<b>Emisiones Indirectas</b>	Fertilizante sintético volatilizado	39.8
<b>Emisiones Indirectas</b>	Fertilizante sintético lixiviado/escurrido	80.0

Fuente: Elaboración propia

Luego, se calculan las emisiones con respecto a dosificar el fertilizante, es decir, utilizar los 100 kg de Nitrógeno por hectárea, según la recomendación del asesor agrícola. Los resultados se pueden observar en la Tabla 6-5.

**Tabla 6-5: Emisiones dosificación del fertilizante según requerimiento [kgCO<sub>2</sub>e/ha]**

Dosificación de fertilizante	Fuentes de emisión	Emisiones
<b>Emisiones Directas</b>	Fertilizante sintético dosificado	352.0
<b>Emisiones Indirectas</b>	Fertilizante sintético volatilizado dosificado	29.2
<b>Emisiones Indirectas</b>	Fertilizante sintético lixiviado/escurrido dosificado	59.6

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se comparan ambos escenarios y se calculan las emisiones totales evitadas de kgCO<sub>2</sub>e<sup>18</sup>. Como se puede observar en la Tabla 6-6, se evitan 774 kgCO<sub>2</sub>e al disminuir la dosis de fertilizante sintético de 150 a 100 kg de Nitrógeno por hectárea en un cultivo con las características de nuestro ejemplo.

**Tabla 6-6: Emisiones evitadas debido a la dosificación del fertilizante**

Resultados	Emisiones evitadas unitarizadas [kgCO <sub>2</sub> e/ha]	Emisiones evitadas totales [kgCO <sub>2</sub> e]	Emisiones evitadas totales al año [kgCO <sub>2</sub> e/año]
<b>Emisiones Directas</b>	123	617	617
<b>Emisiones Indirectas</b>	31	157	157
<b>Emisiones totales</b>	155	774	774

Fuente: Elaboración propia

El mismo procedimiento puede ser realizado para evaluar las tres medidas agrícolas seleccionadas. Es importante destacar que la herramienta posee una hoja de instrucciones, la cual explica paso a paso el procedimiento que se debe seguir.

<sup>18</sup> Se considera un potencial de calentamiento global de 265, según el *Fifth Assessment Report (AR5)*

## 7. Bibliografía

- ACHEE. (2016). Recomendaciones para el Uso Eficiente de la Energía en Oficinas.
- Carrico, A. R., & Riemer, M. (2011). Motivating energy conservation in the workplace : An evaluation of the use of group-level feedback and peer education. *Journal of Environmental Psychology*, 31(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.11.004>
- CNFL. (2017a). Consejos para oficina más eficiente.
- CNFL. (2017b). Guía de Eficiencia Energética para Oficinas.
- Department of Environment and Climate Change NSW. (2009). Sustainable Property Guide.
- Department of the Environment Water Heritage and the Arts. (2009). Sustainability Toolkit – Offices, (March).
- European Green Office Initiative. (2013). EUROPEAN GREEN OFFICE HANDBOOK.
- FENERCOM. (2007). Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos.
- FENERCOM. (2017). Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos - 2a Edición.
- Global Reporting Initiative. (2016). Consolidated set of GRI sustainability reporting standards, 433.
- Gobierno de Chile. (2015). CONTRIBUCIÓN NACIONAL TENTATIVA DE CHILE ( INDC ).
- Greenpeace. (2004). Guías para un consumo responsable de productos forestales.
- Hong Kong EPD. (2003). Best Practices on Environmental Measures and Initiatives.
- HP. (2016). Action plan for environmental sustainability in office printing.
- IPCC, Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (2006). IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. *Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan*.
- LGIM. (2009). Sustainable property - Office Occupiers Guide.
- Lockton, D., Nicholson, L., Cain, R., & Harrison, D. (2014). Persuasive Technology for Sustainable Workplaces, 58–61.
- Massachusetts Executive Office of Energy and Environmental Affairs. (2008). Campus Sustainability Best Practices - A resource for College and Universities, (August).
- Ministerio de Energía. (2016). Usa bien la energía sigue la corriente - Guía de consejos prácticos para el uso eficiente de energía.
- MMA. (2016). *Segundo Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático*.
- Northwestern Office of Sustainability. (2016). Green Office Guide.
- Observatorio Regional de Sociedad de la Información (ORSI). (2010). GreenTIC - Eficiencia energética y sostenibilidad en el entorno empresarial.
- OECD/IEA. (2014). Energy Efficiency Indicators : Fundamentals on Statistics Energy.
- Oficina de Ingeniería para la Sustentabilidad - fcfm U. de Chile. (2015a). Gestión Cambio Climático.
- Oficina de Ingeniería para la Sustentabilidad - fcfm U. de Chile. (2015b). Medidas para mitigar emisiones de CO<sub>2</sub>e.
- OPTIMAGRID. (2011). Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa.
- Philadelphia - Mayor's Office of Sustainability. (2015). Sustainable Business Guide.
- PNUD. (2016). Oficina verde.

- Queen's University. (2015). Sustainable Procurement Guidelines.
- SNI Chile. (2014). Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero de Chile, serie temporal 1990-2010. *Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero*.
- Sustainable Industries. (2009). Green Office Guide.
- twenergy. (2017). Guía de buenas prácticas energéticas en oficinas.
- UNEP. (2009). A Guide to Greenhouse Gas Emission Reduction in UN Organizations.
- Université Concordia. (2017). SUSTAINABLE OFFICE GUIDE.
- Unsworth, K. L., Dmitrieva, A., & Adriasola, E. (2013). Changing behaviour : Increasing the effectiveness of workplace interventions in creating pro-environmental behaviour change, 229(September 2012), 211–229. <https://doi.org/10.1002/job>
- University of Notre Dame - Office of Sustainability. (n.d.). GREEN GUIDE SUSTAINABLE OFFICE PRACTICES.
- Ursinus College. (2014). Green Office Guidelines, 1–4.
- US-EPA. (2008). ENERGY STAR Building Upgrade Manual.
- US-EPA. (2009). Clean Energy -Lead by Example Guide.
- US-EPA. (2012). WaterSense at Work - Best Management Practices for Commercial and Institutional Facilities.
- US-EPA. (2013). Guidelines for Energy Management.
- US Green Building Council. (2014). Green Champions - Office Guidelines and Workbook.
- World Business Council for Sustainable Development, & World Resources Institute. (2004). The GreenHouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard.
- WRAP. (2014). Green Office : A Guide to Running a More Cost-effective and Environmentally Sustainable Office.
- WWF España. (2008). Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas.

## 8. Anexos

### 8.1 Factores de emisión por fuente de emisión

**Tabla 8-1 Factores de emisión por fuente de emisión para alcance 1**

Clasificación	Categoría	Fuente de emisión	FE	Unidad	Fuente
<b>Fuentes fijas</b>	General	Biomasa: pellet madera	55.53	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	Defra 2016
		Diésel	2.71	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	IPCC 2006 (vol2; chapter 2) CNE BNE 2014 5AR
		Gas licuado	1.58	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	IPCC 2006 (vol2; chapter 2) CNE BNE 2014 5AR
		Gas natural	0.00	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	IPCC 2006 (vol2; chapter 2) CNE BNE 2014 5AR
		Kerosene	2.58	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	IPCC 2006 (vol2; chapter 2) CNE BNE 2014 5AR
		Leña	53.35	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	Defra 2016
<b>Fuentes móviles</b>	Medio terrestre	Diésel	2.74	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
		Gasolina	2.31	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
<b>Emisiones Fugitivas</b>	Aire acondicionado	R-22 (Freón)	0.00	kgCO <sub>2</sub> eq/kg	AR5
		R-407c	1624.21	kgCO <sub>2</sub> eq/kg	AR5
		R-410a	1923.50	kgCO <sub>2</sub> eq/kg	AR5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8-2 Factores de emisión por fuente de emisión para alcance 2

Clasificación	Categoría	Fuente de emisión	FE	Unidad	Fuente
Adquisición de electricidad	Sistema eléctrico de Aysén	Consumo de electricidad Aysén	0.20	kgCO <sub>2</sub> eq/kWh	MMA 2012
	Sistema eléctrico de Magallanes	Consumo de electricidad Oficinas	0.69	kgCO <sub>2</sub> eq/kWh	Elaboración propia basada en información del 2012 del Ministerio de Energía.
	Sistema Interconectado Central (SIC)	Consumo de electricidad Oficinas	0.35	kgCO <sub>2</sub> eq/kWh	Ministerio de Energía
	Sistema Interconectado del Norte Grande (SING)	Consumo de electricidad Oficinas	0.76	kgCO <sub>2</sub> eq/kWh	Ministerio de Energía

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8-3 Factores de emisión por fuente de emisión para alcance 3

Clasificación	Categoría	Fuente de emisión	FE	Unidad	Fuente
Bienes y servicios adquiridos	Abastecimiento de Agua	Agua potable de red	1.05	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	Defra 2016
	Productos de pulpa y papel	Papel para impresión	939.00	kgCO <sub>2</sub> eq/t	Defra 2016
	Tintas y toners de impresoras	Tintas y toners	44.42	kgCO <sub>2</sub> eq/t	Ecoinvent 2.0
Movilización de personas	Bicicleta/A pie	Distancia recorrida	0.00	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	5AR
	Bus interurbano (aprox. 45 pers.)	Distancia recorrida	0.01	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
	Bus local (aprox. 25 pers.)	Diesel	2.74	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
		Distancia recorrida	0.02	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
	Bus transantiago	Distancia recorrida	0.03	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
	Colectivo	Distancia recorrida	0.05	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
		Gasolina	2.31	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
	Metro	Distancia recorrida	0.03	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	Metro de Santiago. 2009. Reporte de Sustentabilidad. 5AR
	Metrotren	Distancia recorrida	0.05	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	DEFRA 2016, 4AR
	Motocicleta	Distancia recorrida	0.09	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
		Gasolina	2.31	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
	Taxi	Distancia recorrida	0.21	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
		Gasolina	2.31	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
	Tren	Distancia recorrida	0.05	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	DEFRA 2016, 4AR
	Tren liviano o Tramway	Electricidad	0.06	kgCO <sub>2</sub> eq/km	DEFRA Guidelines 2011.
	Vehículo particular - diesel	Distancia recorrida	0.25	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
	Vehículo particular - gasolina	Distancia recorrida	0.21	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
	Gasolina	2.31	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR	
Transporte	Transporte de residuos	Cantidad de residuos generados	0.00	n/a	n/a

Clasificación	Categoría	Fuente de emisión	FE	Unidad	Fuente
		Distancia recorrida	0.21	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
<b>Transporte de insumos</b>	Barco	Diesel	3.08	kgCO <sub>2</sub> eq/l	Chequear. DEFRA 4AR
	Medio terrestre	Diesel	2.74	tCO <sub>2</sub> eq/m3	IPCC 2006 (vol2; chapter 3). CNE BNE 2010
		Gasolina	2.31	tCO <sub>2</sub> eq/m3	Inventory of New York City GreenHouse Gas Emissions September 2010.
	Transporte de residuos	Diesel	2.74	tCO <sub>2</sub> eq/m3	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
	Avion internacional	Kerosene	2.58	kgCO <sub>2</sub> eq/t	Inventory of New York City GreenHouse Gas Emissions September 2010.
<b>Tratamiento y/o disposición de residuos</b>	Reciclaje	Reciclaje	21.00	kgCO <sub>2</sub> eq/t	IPCC 2006 (vol2; chapter 3) CNE BNE 2014 5AR
	Relleno sanitario	Residuos Municipales	421.00	kgCO <sub>2</sub> eq/t	IPCC 2006 (vol2; chapter 3). CNE BNE 2010
<b>Viajes de negocios/trabajo aéreos</b>	Internacional	Kerosene	0.18	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	DEFRA 2016 4AR
	Nacional	Kerosene	0.28	kgCO <sub>2</sub> eq/pkm	DEFRA 2016 4AR

Fuente: Elaboración propia

## 8.2 Fuentes de información revisadas para la identificación de las fuentes

En la Tabla 8-4 se presenta una tabla resumen con algunas de las fuentes principales de información desde donde se identificaron y recolectaron las medidas.

**Tabla 8-4 Tabla resumen de fuentes revisadas durante la identificación de medidas**

País	Documento	Referencia
<b>Australia</b>	Sustainable Property Guide	(Department of Environment and Climate Change NSW, 2009)
<b>Australia</b>	Sustainability Toolkit – Offices	(Department of the Environment Water Heritage and the Arts, 2009)
<b>Chile</b>	Recomendaciones para el Uso Eficiente de la Energía en Oficinas	(AChEE, 2016)
<b>Chile</b>	Gestión Cambio Climático	(Oficina de Ingeniería para la Sustentabilidad - fcm U. de Chile, 2015a)
<b>Chile</b>	Medidas para mitigar emisiones de CO <sub>2</sub> e	(Oficina de Ingeniería para la Sustentabilidad - fcm U. de Chile, 2015b)
<b>Chile</b>	Usa bien la energía sigue la corriente - Guía de consejos prácticos para el uso eficiente de energía	(Ministerio de Energía, 2016)
<b>Canadá</b>	Sustainable Office Guide	(Université Concordia, 2017)
<b>Costa Rica</b>	Consejos para oficina más eficiente	(CNFL, 2017a)
<b>Costa Rica</b>	Guía de Eficiencia Energética para Oficinas	(CNFL, 2017b)
<b>EEUU</b>	Campus Sustainability Best Practices - A resource for College and Universities	(Massachusetts Executive Office of Energy and Environmental Affairs, 2008)
<b>EEUU</b>	Green Office Guide	(Northwestern Office of Sustainability, 2016)
<b>EEUU</b>	Sustainable Business Guide	(Philadelphia - Mayor's Office of Sustainability, 2015)
<b>EEUU</b>	Sustainable Procurement Guidelines	(Queen's University, 2015)
<b>EEUU</b>	Green Office Guide	(Sustainable Industries, 2009)
<b>EEUU</b>	Green Guide Sustainable Office Practices	(University of Notre Dame - Office of Sustainability, n.d.)
<b>EEUU</b>	Green Office Guidelines	(Ursinus College, 2014)
<b>EEUU</b>	Green Champions - Office Guidelines and Workbook	(US Green Building Council, 2014)
<b>EEUU</b>	ENERGY STAR Building Upgrade Manual	(US-EPA, 2008)
<b>EEUU</b>	Clean Energy -Lead by Example Guide	(US-EPA, 2009)
<b>EEUU</b>	WaterSense at Work - Best Management Practices for Commercial and Institutional Facilities	(US-EPA, 2012)
<b>EEUU</b>	Guidelines for Energy Management	(US-EPA, 2013)
<b>España</b>	GreenTIC - Eficiencia energética y sostenibilidad en el entorno empresarial	(Observatorio Regional de Sociedad de la Información (ORSI), 2010)
<b>España</b>	Guía de buenas prácticas energéticas en oficinas	(twenergy, 2017)
<b>España</b>	Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos	(FENERCOM, 2007)
<b>España</b>	Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos - 2a Edición	(FENERCOM, 2017)
<b>Hong Kong</b>	Best Practices on Environmental Measures and Initiatives	(Hong Kong EPD, 2003)

País	Documento	Referencia
Reino Unido	Sustainable property - Office Occupiers Guide	(LGIM, 2009)
Reino Unido	Green Office : A Guide to Running a More Cost-effective and Environmentally Sustainable Office	(WRAP, 2014)
UE	Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa	(OPTIMAGRID, 2011)
UE	European Green Office Handbook	(European Green Office Initiative, 2013)
Uruguay	Oficina verde	(PNUD, 2016)
	Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas	(WWF España, 2008)
	Guías para un consumo responsable de productos forestales	(Greenpeace, 2004)
	Action plan for environmental sustainability in office printing	(HP, 2016)
	A Guide to Greenhouse Gas Emission Reduction in UN Organizations	(UNEP, 2009)
	Energy Efficiency Indicators : Fundamentals on Statistics Energy	(OECD/IEA, 2014)

Fuente: Elaboración propia

### 8.3 Supuestos utilizados para modelación de caso base (BAU)

En la Tabla 8-5 se presentan los supuestos generales utilizados en la evaluación económica del escenario BAU.

**Tabla 8-5: Supuestos generales utilizados para BAU en las diferentes medidas**

Tipo	Supuestos generales	Valor Referencia	Unidad	Fuente Referencia
Económico	Tasa Dscto	10%		Supuesto consultor
	Dólar	630	CLP/USD	Valor dólar el 14 de Noviembre 2017
Parámetros Oficina	Personas	20	Funcionarios	Parámetro que depende de cada oficina
Parámetros Oficina	Superficie	50	m <sup>2</sup>	Parámetro que depende de cada oficina
	Superficie Solar	10	m <sup>2</sup>	Parámetro que depende de cada oficina
Factores transversales	Precio kWh	105	CLP/kWh	Valor basado en el costo en Santiago
	FE consumo de tinta	0.03	kgCO <sub>2</sub> e/toner	Factor de emisión utilizado actualmente por HuellaChile
	FE consumo de papel	2.16	kgCO <sub>2</sub> e/resma	Factor de emisión utilizado actualmente por HuellaChile
	FE Adquisición de electricidad	0.397	kgCO <sub>2</sub> e/kWh	Factor de emision SIC promedio 2016
Plan de Climatización	Potencia AA estándar refrigeración	135	W/m <sup>2</sup>	Basado en potencias recomendadas
	Potencia AA estándar calefacción	145	W/m <sup>2</sup>	Basado en potencias recomendadas
	Potencial Calentamiento Gas Base	2100	kgCO <sub>2</sub> e/kgRef	Considera R-410A
	Cantidad de gas refrigerante	0.2	kgRef/kW	Inventario de HFC Chile (0.06 g/(BTU/hr)
	Tasa Fuga	10%		IPCC Guidelines 2006
	Horas al día de funcionamiento AA	6	horas	Parámetro a ajustar
	Uso de AA	4	meses	Parámetro a ajustar
	Horas al día de funcionamiento Calefacción	6	horas	Parámetro a ajustar
Plan de Iluminación	Uso de Calefacción	4	meses	Parámetro a ajustar
	Horas de uso luz artificial promedio anual	6	horas	Parámetro a ajustar
	Potencia ampolleta base	50	W	Supuesto consultor
Plan de Computación	Ampolletas por m <sup>2</sup>	1.7	Ampolletas/m <sup>2</sup>	Se considera una cobertura de 0.6 m <sup>2</sup> /ampolleta
	Computador por funcionario	0.9	Computador/funcionario	Parámetro a Ajustar
	Horas de uso computador promedio	8	horas/día	Parámetro a Ajustar
	Potencia cpu + pantalla	160	W/equipo	Enel
	Potencia de CPU Stand by	2.34	W/equipo	Supuesto consultor
	Resmas de papel anuales	10	Resmas/funcionario	HuellaChile
	Consumo de tinta anual	0.5	Tóner/funcionario	HuellaChile
Precio resmas	2350	CLP/resma	Equalit A4	

Tipo	Supuestos generales	Valor Referencia	Unidad	Fuente Referencia
	Precio Tóner	45000	CLP/Tóner	Tóner HP

Fuente: Elaboración propia

## 8.4 Supuestos utilizados para la modelación del escenario de implementación de medidas

En la Tabla 8-6 se presentan los supuestos utilizados en el escenario de implementación de medidas. Estos, se encuentran agrupados según la medida a la que aplican.

**Tabla 8-6: Supuestos escenario de implementación de medidas**

Plan	Medida	Supuesto	Valor de referencia	Unidad	Fuente referencia
Plan de Transporte	Video Conferencias	Viajes anuales evitados por trabajador	0.1	Viaje/persona	Supuesto consultor
		Distancia promedio Viaje Evitado (Ida)	1500	km/viaje ida	Supuesto consultor
		Costo Promedio Viaje Evitado (Ida + vuelta)	\$ 120,000	CLP/Viaje	Supuesto consultor
	Sistema de carpooling	Efecto de Carpooling	20%	Menos Vehículos particulares	Supuesto consultor
	Estacionamiento de bicicletas	Ratio Estacionamiento Bicicleta/Trabajador	0.25	Estacionamiento Bicicletas/Trabajador	Supuesto consultor
		Recorrido diario promedio trabajador (ida)	10	km/viaje ida	Supuesto consultor
Plan de Climatización	Mejores prácticas de climatización	Horas de climatización evitadas (AA)	2	horas	Parámetro a ajustar
	Regular paso de rayos solares	Horas de climatización evitadas (calefacción)	2	horas	Parámetro a ajustar
	AA Split sello energético	Potencia bomba calor/ AA split modo refrigeración	100	W/m <sup>2</sup>	Aire acondicionado Daikin <a href="https://www.opticlimala.es/ururu-sarara/107-daikin-ururu-sarara-txz50n.html">https://www.opticlimala.es/ururu-sarara/107-daikin-ururu-sarara-txz50n.html</a>
		Potencia bomba calor / AA split modo calefacción	126	W/m <sup>2</sup>	Aire acondicionado Daikin <a href="https://www.opticlimala.es/ururu-sarara/107-daikin-ururu-sarara-txz50n.html">https://www.opticlimala.es/ururu-sarara/107-daikin-ururu-sarara-txz50n.html</a>
		Potencial Calentamiento Gas Base	675	kgCO <sub>2</sub> e/kgRef	Considera R-32
		Costo inversión	68	USD/m <sup>2</sup>	En base a Aire acondicionado Daikin <a href="https://www.opticlimala.es/ururu-sarara/107-daikin-ururu-sarara-txz50n.html">https://www.opticlimala.es/ururu-sarara/107-daikin-ururu-sarara-txz50n.html</a>
		Mano de obra trabajador (H)	15000	CLP/hora	Parámetro a ajustar
		HH instalación	3	horas	Parámetro a ajustar
		HH mantención	1	horas	Parámetro a ajustar
		Mantenciones al año	1	Mantenciones	Parámetro a ajustar
Plan de Iluminación	Uso de luz natural en el día	Horas de luz natural al día promedio anual	2	horas	Supuesto consultor

Plan	Medida	Supuesto	Valor de referencia	Unidad	Fuente referencia
	Cielos y paredes de colores claros	Servicio de pintura	5000	CLP/m <sup>2</sup>	Sodimac
		Pintura blanca para interiores 200 mt2 de rendimiento	190	CLP/m <sup>2</sup>	Sodimac
		Hora de luz artificial evitadas	1	horas	Supuesto consultor
		<i>Costo de Instalación</i>	250190	\$	Supuesto consultor
	Ampolletas LED	Potencia ampolleta LED	10	W	Powerenergy
		Precio ampolleta o tubo LED 10w	5000	\$	Powerenergy
		Mano de obra trabajador (H)	15000	\$/hora	Supuesto consultor
	Vida útil	8000	horas	Powerenergy	
Plan de Computación	Apagar computador cuando se ausente más de 30 minutos	Reducción horas de consumo CPU prendido al día	0.25	horas	Supuesto consultor
	Equipos en ahorro de energía	Reducción de consumo CPU prendido	5%		Supuesto consultor
	Disminución de insumo de impresión	Consumo de papel reducido	30%	% resmas/funcionario	Supuesto consultor
		Consumo Tóner reducido	35%	Tóner/Funcionario	Supuesto consultor
		Costo suscripción servicio de nube (google drive, Dropbox, entre otros)	12.5	USD/Usuario	Dropbox
	Monitoreo uso de papel	Consumo de papel reducido	5%	resmas/funcionario	Supuesto consultor
		Revisión de un empleado al día	6	horas/año	Supuesto consultor
	Precio HH empleado	7000	\$/hora	Supuesto consultor	
Paneles FV	Implementación paneles FV	Medidas panel FV (alto)	1.2	m	Kuhn
		Medidas panel FV (ancho)	0.54	m	Kuhn
		Superficie panel FV	0.7	m <sup>2</sup> /panel	Kuhn
		Potencia panel FV	100	W	Kuhn
		Potencia Unitaria	153	W/m <sup>2</sup>	Kuhn
		Costo panel solar FV	52,000	CLP/panel	Kuhn
		Sobrecosto por regulador, inversor e instalación	50%		Supuesto de consultor
Disponibilidad recurso promedio	30%	horas	En base a factores de planta de paneles FV, depende de la ubicación geográfica y orientación		

Fuente: Elaboración propia

## 8.5 Guía MTD en el sector de oficinas

Se adjunta la guía como un documento aparte del presente informe.