



CAMPUS SUSTENTABLE
UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA

UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA

CREA - UA; *DIVISIÓN DE SUSTENTABILIDAD*

ACUERDO DE PRODUCCIÓN LIMPIA CAMPUS SUSTENTABLE
(APL-CS)

HUELLA DE CARBONO CAMPUS COLOSO

(Acción 6.4)



DOCUMENTO ELABORADO CON LA COLABORACIÓN DE ESTUDIANTES DEL PROGRAMA DE MAGISTER EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA.

Contenido

1	Resumen	5
2	Introducción	6
3	Objetivos.....	8
4	Capítulo 1: Metodología	8
4.1	Green House Gas Protocol.....	8
4.2	Recopilación de información.....	8
4.2.1	Alcance 1:	9
4.2.2	Alcance 2:	9
4.2.3	Alcance 3:	9
5	Resultados Obtenidos para el año 2014 y 2015.....	10
5	Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero.	11
6	Alcance 1	11
6.1	Vehículos y consumo de combustible.	11
6.1.1	Factores de emisión.....	13
6.1.2	Estimación para el año 2014.....	14
6.1.3	Estimación para el año 2015.....	15
7	Alcance 2.....	19
7.1	Gas licuado.....	19
7.1.1	Factor de emisión.....	19
7.1.2	Estimación para el año 2014 y 2015.....	21
7.2	Consumo energético - emisiones indirectas SING	22
7.2.1	Estimación para el año 2014:.....	24
7.2.2	Estimación para el año 2015:.....	24
8	Alcance 3:.....	27
8.1	Ciclo de vida del Papel	27
8.1.1	Estimación para el año 2014:.....	29
8.1.2	Estimación para el año 2015:.....	29
8.2	Calculo de Residuos Sólidos	30
8.3	Calculo del Consumo de Combustible de vehículos traslado personal.....	32
8.4	Calculo del Transporte Aéreo	37
9	Bibliografía.....	45

Índice de tablas

TABLA 1: ALCANCES 1, 2 Y 3 SEGÚN META 6 AÑO 2014	10
TABLA 2: ALCANCES 1,2 Y 3 SEGÚN META 6 AÑO 2015	10
TABLA 3: FLOTA DE VEHÍCULOS COMBUSTIBLE DIESEL.....	11
TABLA 4: FLOTA DE VEHÍCULOS COMBUSTIBLE GASOLINA 97.....	12
TABLA 5: FLOTA DE VEHÍCULOS COMBUSTIBLES GAS	12
TABLA 6: FACTORES DE CONVERSIÓN PARA COMBUSTIBLES	13
TABLA 7: CONSUMO DIESEL EN EL AÑO 2014	14
TABLA 8: CONSUMO DE GASOLINA 97 EN EL AÑO 2014.....	14
TABLA 9: CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO DE COMBUSTIBLES.....	15
TABLA 10: CONSUMO DE DIESEL EN EL AÑO 2015.....	15
TABLA 11: CONSUMO DE GASOLINA 97 EN EL AÑO 2015.....	15
TABLA 12: CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO DE COMBUSTIBLES.....	16
TABLA 13: FACTORES DE EMISIONES PARA COMBUSTIBLES EN CHILE	19
TABLA 14: CONSUMO DE GAS, CAMPUS COLOSO 2014-2015	20
TABLA 15: ESTIMACIÓN DE EMISIÓN, GAS LICUADO DE PETRÓLEO, UA-CAMPUS COLOSO.....	21
TABLA 16: FACTOR DE CONVERSIÓN PARA EL AÑO 2014-2015	23
TABLA 17: EMISIONES INDIRECTAS PARA EL AÑO 2014.....	23
TABLA 18: EMISIONES INDIRECTAS PARA EL AÑO 2015.....	24
TABLA 19. TABLA RESUMEN DE DATOS CANTIDAD DE RESMAS COMPRADAS	28
TABLA 20: TABLA DE CÁLCULO HUELLA DE CARBONO PARA EL AÑO 2014	29
TABLA 21: CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PARA EL AÑO 201.....	29
TABLA 22: CÁLCULO HUELLA DE CARBONO ANUAL PARA LOS AÑOS 2014 Y 2015.	29
TABLA 23: CANTIDADES DE RESIDUOS PARA UN DÍA.....	30
TABLA 24: CANTIDAD DE POBLACIÓN UNIVERSITARIA	32
TABLA 25: RESULTADOS POR TIPOLOGÍA DE MEDIO DE TRANSPORTE.....	34
TABLA 26: CANTIDAD DE VEHÍCULOS UTILIZADOS EN PORCENTAJE.....	34
TABLA 27: EJEMPLO DEL CÁLCULO DE KM/AÑO DE CADA PERSONA	35
TABLA 28: RESUMEN DEL CÁLCULO DE KM/AÑO RECORRIDOS POR TIPO DE ESTAMENTO.	35
TABLA 29: ESTIMACIÓN APORTE A LA HUELLA DE CARBONO TRASLADO CASA-UNIVERSIDAD DE COMUNIDAD UNIVERSITARIA ENCUESTADA AÑO 2015	36

Índice de Gráficos:

GRÁFICO 1: CONSUMO DIESEL EN LITROS EN LOS AÑOS 2014 – 2015. POOL VEHÍCULOS UA	17
GRÁFICO 2: CONSUMO GASOLINA 97 EN LITROS LOS AÑOS 2014-2015. POOL DE VEHÍCULOS UA	17
GRÁFICO 3: CONSUMO DIESEL VERSUS GASOLINA 97 EN LITROS EL AÑO 2014. POOL DE VEHÍCULOS UA. ...	18
GRÁFICO 4: CONSUMO DIESEL VERSUS GASOLINA 97 EN LITROS AÑO 2015. POOL VEHÍCULOS UA.	18
GRÁFICO 5: CONSUMO DE GAS, CAMPUS COLOSO 2014-2015	21
GRÁFICO 6: CONSUMO ENERGÉTICO EN CAMPUS COLOSO AÑO 2014	25
GRÁFICO 7: CONSUMO ENERGÉTICO CAMPUS COLOSO 2015	25
GRÁFICO 8: CONSUMO ENERGÉTICO CAMPUS COLOSO 2014 Y 2015	26

1 Resumen

El cambio climático es uno de los grandes desafíos que enfrenta la humanidad actualmente. Con la ratificación de Chile a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1994 y el protocolo de Kioto en 2002, nuestro país se compromete ante la comunidad internacional a hacer frente a este desafío. (Ministerio del Medio Ambiente, s.f.)

Una de las más alarmantes consecuencias de nuestro accionar es el fenómeno del calentamiento global que surge por la intensificación del efecto invernadero debido a la emisión antropogénica de grandes cantidades de gases que potencian su efecto, conocidos como gases de efecto invernadero. Este fenómeno ya ha comenzado a tener consecuencias, y si no se revierte el impacto dentro de los próximos 50 años es probable que en este siglo seamos testigos de una catástrofe global sin precedentes que afectará irreversiblemente los ecosistemas de nuestro planeta, y con ello a toda la humanidad. (MORALES, 2010)

La Universidad de Antofagasta, a través de su Programa Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable (APL-CS) ha adquirido el compromiso de medir su Huella de Carbono Corporativa (Meta 6 del acuerdo), y es a partir de esto que se estimará su Huella de Carbono con miras de tomar acciones que disminuyan sus impactos.

2 Introducción

El ser humano tiene una responsabilidad indiscutible ante el cambio climático. La mayor parte del alza de la temperatura registrada desde mediados del Siglo XX es atribuible al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera originados por actividades humanas, tales como la quema de combustible fósiles, la deforestación, la agricultura, etc. Específicamente, el consumo energético de las actividades productivas es el que tiene una mayor participación en este incremento de emisiones de GEI y, por tanto, su medición precisa es el primer paso para establecer los mejores mecanismos de mitigación de estos gases que retienen calor en la atmósfera. (Pinto, s.f.)

La Huella de Carbono es una de las formas más simples que existen de medir el impacto o la marca que deja una persona sobre el planeta en su vida cotidiana. Es un recuento de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), que son liberadas a la atmósfera debido a nuestras actividades cotidianas o a la comercialización de un producto. Por lo tanto la Huella de Carbono es la medida del impacto que provocan las actividades del ser humano en el medio ambiente y se determina según la cantidad de emisiones de GEI producidos, medidos en unidades de dióxido de carbono equivalente. (UACH, 2016)

El concepto de Huella de Carbono, extiende el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a todo el ciclo de vida, de manera que el concepto más clásico de inventario toma una dimensión más amplia, considerando las emisiones indirectas y mostrando, por tanto, la huella en materia de emisiones de GEI.

El Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable indica en la meta n° 6 que el 100% de las Instituciones de Educación Superior adheridas medirán su Huella de Carbono Corporativa. La Universidad de Antofagasta, comprendiendo la importancia para la sustentabilidad que tiene esta acción, medirá su Huella de Carbono utilizando como metodología el Green House Gas Protocol (GHG).

El resultado de la medición de la huella, servirá como base para replicar el proceso de inventario de gases de efecto invernadero en los siguientes años, con el objetivo de llevar un control adecuado de estas emisiones en la Institución.

El año en que se basa este estudio es el año 2014, para este año deberá existir información confiable de las emisiones que se produjeron. La institución facilitó documentación confidencial y original para el cálculo de la Huella de Carbono, con lo que los resultados de este informe serán la base para que en los años posteriores se comparen los resultados y se vean los avances.

La medición de la Huella de Carbono comprende 3 alcances:

Alcance 1 “Emisiones directas”: Son los gases de efecto invernadero emitidos de forma directa por la organización, por ejemplo por el uso de combustibles fósiles en maquinaria o vehículos propiedad de la organización, por pérdidas de gases refrigerantes, o por reacciones químicas durante los procesos productivos de la organización.

Alcance 2 “Emisiones indirectas”: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la generación de la electricidad o energía térmica (vapor, agua caliente, etc.) adquirida a terceros.

Alcance 3 “Otras emisiones indirectas”: Son las atribuibles a los productos y servicios adquiridos por la organización, que a su vez habrán generado emisiones previamente para ser producidos. Son las más difíciles de contabilizar debido a la gran cantidad de productos y servicios utilizados por las organizaciones y a la dificultad en conocer los emisiones de estos productos o servicios si no son aportadas por el propio productor. (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2011)

La Universidad de Antofagasta (Campus Coloso) contempla para la medición de la Huella de Carbono los alcances 1, 2 y una parte del alcance 3; siendo los que específicamente corresponden a la movilización de estudiantes y funcionarios de la Institución, viajes realizados por los académicos y funcionarios, tanto vía aérea como terrestre, el uso de papel y residuos sólidos.

3 Objetivos

El objetivo principal es medir la Huella de Carbono del año 2015 en el Campus Coloso de la Universidad de Antofagasta, para hacer su comparación con los datos del año 2014. Para lograrlo se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Obtener los inventarios de emisiones de GEI del año 2014 y 2015 de la Institución.
- Obtener la información real de la Universidad asociada a cada alcance.
- Medir la Huella de Carbono con los datos recopilados.
- Comparar los inventarios de emisiones de GEI 2014 con los resultados 2015.

4 Capítulo 1: Metodología

La metodología utilizada para la medición de la Huella de Carbono será el Green House Gas Protocol (GHG).

4.1 Green House Gas Protocol

El GHG Protocol, desarrollado por el World Resources Institute y el World Business Council for Sustainable Development's (WBCSD), contiene los métodos de contabilidad mundialmente reconocidos y las fronteras que se pueden aplicar a diferentes niveles, tipos y tamaños de organizaciones al elaborar sus inventarios de GEI. Esto incluye tanto a las organizaciones multinacionales, industrias primarias intensivas en el uso de energía, como a las pequeñas y medianas empresas. El protocolo define las fronteras y los alcances de las emisiones con el fin de garantizar, en el momento en que las empresas deciden comenzar la contabilidad de sus emisiones a nivel nacional, estatal o industrial, que éstas no sean contadas dos veces. A nivel organizacional, las fronteras y los límites de emisión son importantes cuando se elabora un inventario de GEI, ya que dan a las organizaciones coherencia y claridad al trazar su responsabilidad de emisiones. (Protocol, 2016).

4.2 Recopilación de información.

Se recopiló información de los siguientes ítems de acuerdo las acciones descritas en la meta n° 6 del APL - CS:

Acción 6.1: Las instalaciones registrarán la siguiente información relacionada con energía y combustibles:

- Nómina de los tipos de energía consumidas, diferenciado por tipo de combustible y tipo de uso de los equipos (fijos o móviles).
- Principales equipos empleados en los procesos.
- Consumo mensual y anual de energía eléctrica en kWh
- Consumo mensual y anual de petróleo en Lt o m3.
- Consumo mensual y anual de gas en m3.

Acción 6.2: Las instituciones de educación superior estimarán y registrarán las emisiones derivadas del consumo de combustible fósil de:

- Traslado con vehículos de la institución (Km o Lt).
- Traslado aéreos pagados por la institución de académicos, funcionarios y alumnos
- Traslado de la comunidad (académicos, funcionarios y alumnos) con vehículos que no pertenezcan a la institución desde sus hogares hasta las instalaciones y viceversa, diferenciando el medio de transporte utilizado (Km).

Acción 6.3: Las instalaciones registrarán mensual y anualmente las compras de papel.

- Registros de compras de papel (facturas, boletas y guías de despacho).

Clasificadas en cada alcance:

4.2.1 Alcance 1:

- Vehículos y consumo de combustible

4.2.2 Alcance 2:

- Gas licuado
- Consumo de electricidad

4.2.3 Alcance 3:

- Consumo de papel
- Generación de residuos
- Viajes aéreos institucionales
- Movilización del personal desde sus hogares al lugar de trabajo

5 Resultados Obtenidos para el año 2014 y 2015

Se visualiza en las siguientes tablas los resultados obtenidos de cada año. A través de este resumen de los años 2014 y 2015 se puede observar que el alcance que presenta un mayor crecimiento durante los años investigados son: el Consumo de Combustibles y Consumo Energético, dado a estos alcances nuestra huella de carbono aumenta cada año. Se debe considerar que los datos e información obtenida no son estimaciones muy precisas, pero se indican los principales aportes que provienen del consumo energético, ciclos del papel, gas licuado, y consumo de combustible.

Tabla 1: alcances 1, 2 y 3 según meta 6 año 2014

Resultados año 2014	
AICANCES	[tCO ₂ e]
Alcance 1	72,5
Combustible Flota Vehículos	72,5
Alcance 2	2187,62
Gas Licuado	20,38
Consumo Energético	2168,26
Alcance 3	7779,46
Papel	15,78
Traslado comunidad	7599,9
Residuos	50,3
Transporte Aéreo (Nacional e Internacional)	113,48
TOTAL	10039,58

Tabla 2: alcances 1,2 y 3 según meta 6 año 2015

Resultados año 2015

ALCANCES	
ALCANCES	[tCO ₂ e]
Alcance 1	78,6
Combustible Flota Vehículos	78,6
Alcance 2	2082,18
Gas Licuado	25,54
Consumo Energético	2056,63
Alcance 3	7417,43
Papel	16,66
Traslado comunidad	7312,1
Residuos	50,3
Transporte Aéreo (Nacional e Internacional)	38,37
TOTAL	9578,21

5 Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero.

6 Alcance 1

6.1 Vehículos y consumo de combustible.

Para el cálculo de las emisiones del alcance 1 se ha considerado la Huella de Carbono producida por el uso de combustibles de la flota que dispone el Pool de vehículos de la Universidad de Antofagasta. Para ello se han utilizado los datos de la flota de vehículos y del consumo asociado disponibles para el año 2014 y 2015 de enero a diciembre, informados por el encargado de Pool de Vehículos, dependiente de Servicios Generales de la Universidad de Antofagasta. La información se ha desagregado por tipo de Combustible utilizado en las siguientes tablas:

Tabla 3: Flota de vehículos combustible Diesel

TIPO	MARCA	COMBUSTIBLE	PATENTE	AÑO	ASIGNADO
CAMIÓN	CHEVROLET	DIESEL	ZJ 8225	2005	POOL
BUS	MERCEDES BENZ	DIESEL	PU 7247	1997	POOL
BUS	MERCEDES BENZ	DIESEL	RW 3446	2007	POOL
CAMIONETA	MITSUBISHI	DIESEL	BFKS 19	2008	POOL
CAMIONETA	MITSUBISHI	DIESEL	BFKS 21	2008	POOL
CAMIONETA	MAZDA	DIESEL	BZ WH 41	2008	PROY. EL COLORADO
FURGÓN	HYUNDAI	DIESEL	CJ TS 25	2010	POOL
BUS	MERCEDES BENZ	DIESEL	DRGR 17	2012	Proyecto FIC 4636 LABORATORIO MOVIL
FURGÓN	MERCEDES BENZ	DIESEL	DXLT 41	2012	POOL
CAMIONETA	MAHINDRA	DIESEL	BYPX 86	2009	CREA
BUS	VOLARE	DIESEL	FLHP 46	2013	Pool
CAMIONETA	CHEVROLET	DIESEL	FWLR 75	2013	POOL
CAMIONETA	CHEVROLET	DIESEL	FWLR 74	2013	POOL
STATION WAGON	SSANG YONE	DIESEL	FXFF 71	2013	ASTRONOMIA
CAMIÓN	CHEVROLET	DIESEL	FVCY 94	2014	SERVICIO GENERALES
CAMIONETA	TOYOTA	DIESEL	GSKF 71	2014	ANTROPOLOGÍA

Tabla 4: Flota de vehículos combustible Gasolina 97

TIPO	MARCA	COMBUSTIBLE	PATENTE	AÑO	ASIGNADO
AUTOMOVIL	TOYOTA	Gasolina 97	NJ 1251	1995	POOL
FURGÓN	TOYOTA	Gasolina 97	NJ 1249	1995	POOL
FURGÓN	TOYOTA	Gasolina 97	NJ 1250	1995	POOL
CAMIONETA	TOYOTA	Gasolina 97	NJ 1253	1995	ABASTECIMIENTO
CAMIONETA	TOYOTA	Gasolina 97	NJ 1254	1995	POOL
CAMIONETA	TOYOTA	Gasolina 97	NJ 1252	1995	POOL
FURGÓN	SUZUKI	Gasolina 97	TU 8081	2000	OF. DE PARTES
CAMIONETA	TOYOTA	Gasolina 97	NJ 1812	1995	POOL
CAMIONETA	TOYOTA	Gasolina 97	NJ 1257	1995	POOL
CAMIONETA	TOYOTA	Gasolina 97	NJ 1255	1995	ACUICULTURA
CAMIONETA	TOYOTA	Gasolina 97	NJ 1256	1995	POOL
JEEP	SUZUKI	Gasolina 97	TB 6099	1999	DPTO ACUICULTURA
AUTOMOVIL	SAMSUNG	Gasolina 97	SX 3532	1999	POOL
CAMIONETA	TOYOTA	Gasolina 97	VJ 2848	2003	ACUICULTURA
CAMIONETA	CHEVROLET	Gasolina 97	KU 1976	1993	MANTENCIÓN
CAMIONETA	TOYOTA	Gasolina 97	VR 4307	2003	PROY. CENSOR
STATION WAGON	CHRYSLER	Gasolina 97	RW 3636	2007	RECTORIA
CAMIONETA	CHEVROLET	Gasolina 97	CB SF 55	2009	PROY. FONDEF DO711138 (4508 c.c)
AUTO	MERCEDES BENZ	Gasolina 97	FRLJ 67	2013	RECTORIA
FURGON	PEUGEOT	Gasolina 97	GH ZD 67	2014	Proy Fernando Valenzuela

Tabla 5: Flota de vehículos combustibles GAS

TIPO	MARCA	COMBUSTIBLE	PATENTE	AÑO	ASIGNADO
------	-------	-------------	---------	-----	----------

Cuatrimoto	YAMAHA	GAS	VT 736	2010	CREA
------------	--------	-----	--------	------	------

6.1.1 Factores de emisión.

Según los datos de la actividad disponible, el cálculo de las emisiones de CO₂ de los vehículos se realiza considerando la tabla de factores de conversión para los combustibles más importantes provista por el Ministerio de Energía de Chile, la cual se presenta a continuación. (Ministerio de Energía Chile, 2016)

Tabla 6: Factores de conversión para Combustibles

Combustible	Factor de Conversión				
	kg CO ₂ /TJ	kg CO ₂ /m ³	kg CO ₂ /ton	PCI kcal/kg	Densidad kg/m ³
Gasolina para vehículos	69300	2241	3070	10583	730
Kerosene de aviación	71500	2554	3153	10536	810
Diésel	74100	2676	3186	10273	840
Petróleo combustible n° 5	77400	2899	3127	9652	927
Petróleo combustible n° 6	77400	2955	3127	9652	945
Petróleo combustible IFO 180	77400	2927	3127	9652	936
Gas licuados de petróleo	63100	1642	2985	11300	550
Gas natural	56100	1.97	-	8407	-
Carbón bituminoso	94600	-	2441	6164	-
Carbón sub- bituminoso	96100	-	1816	4515	-

Se utilizará como factor de conversión a CO_{2e}, el expresado en [kgCO₂/m³] entregado para diésel y gasolina para vehículos, correspondiente a 2676 [kgCO₂/m³] y 2241 [kgCO₂/m³] respectivamente. Posteriormente se usará la siguiente relación para calcular el aporte a la huella de carbono de la flota de transporte de la Universidad de Antofagasta.

$$[\text{CO}_2\text{e}]_{\text{Flota}} = \sum_{i=\text{TC}} C_i \cdot f_i$$

Donde se definen:

- $C_i := \{\text{Combustible consumido por los vehículos de tipo } i\}$
- $f_i := \{\text{Factor de conversión a } e\text{CO}_2 \text{ para combustible de tipo } i\}$
- $\text{TC} := \{\text{Conjunto de tipos de combustible}\}$
- $i := \{\text{Tipo de combustible}\}$

6.1.2 Estimación para el año 2014.

Actualmente se tiene como dato que los traslados con vehículos de la institución han incurrido en un consumo de petróleo de **19.542,3** litros y **9.113,5** litros de gasolina 97 Octanos, con fecha hasta el 31 de Diciembre del año 2014, en base a esto se calcularán el equivalente de CO₂ anual para el consumo de combustible.

Tabla 7: Consumo Diesel en el año 2014

Mes	Consumo (Litros)
Enero	826.9
Febrero	0.0
Marzo	2011.5
Abril	1345.8
Mayo	1468.5
Junio	1988.9
Julio	1494.3
Agosto	1849.8
Septiembre	1712.0
Octubre	2637.1
Noviembre	2349.2
Diciembre	1858.3
Total	19.542,3

Tabla 8: Consumo de Gasolina 97 en el año 2014

Mes	Consumo (Litros)
Enero	771,1
Febrero	0,0
Marzo	781,6
Abril	876,0
Mayo	972,1
Junio	842,5
Julio	801,9
Agosto	855,2
Septiembre	615,1
Octubre	885,9
Noviembre	1011,4
Diciembre	700,7
Total	9.113,5

Al aplicar la fórmula y el Factor de conversión para cada tipo de combustible utilizado por la flota, se obtiene la información de la tabla siguiente:

Tabla 9: Cálculo de Huella de Carbono de Combustibles 2014

Tipo de Combustible	Consumo (litros)	Consumo (m ³)	Factor de Conversión (kg CO ₂ /m ³)	Aporte a la Huella de Carbono (kg CO ₂)
Gasolina 97 octanos	9.113,5	9,1	2241	20.393,1
Diesel	19.542,3	19,5	2676	52.182
Total	28.655,8	28,6		72.575,1

Estos cálculos indican que para el año 2014 se generaron 72.575,1 [kg CO₂/m³], lo que equivale a **72,5 toneladas de CO₂ equivalente** emitidas por parte del Pool de vehículos de la Universidad de Antofagasta.

$$[eCO_2]_{Flota} = 72.575,1 [KgCO_2e]$$

6.1.3 Estimación para el año 2015.

Actualmente se tiene como dato que los traslados con vehículos de la Institución han incurrido en un consumo de petróleo de **22.082,0** litros y de 7.739,1 litros de gasolina 97 Octanos, hasta el 31 de Diciembre del año 2015, en base a esto se calculó el equivalente de CO₂ anual para el consumo de combustible.

Tabla 10: Consumo de Diesel en el año 2015

Mes	Consumo (Litros)
Enero	1.252,4
Febrero	0
Marzo	1.377,3
Abril	1.724,9
Mayo	1.959,4
Junio	2.090,5
Julio	2.186,3
Agosto	2.771,9
Septiembre	2.192,0
Octubre	3.388,0
Noviembre	3.139,3
Diciembre	449,2
Total	22.531,2

Tabla 11: Consumo de Gasolina 97 en el año 2015

Mes	Consumo (Litros)
Enero	766,0
Febrero	0
Marzo	776,0
Abril	741,3
Mayo	718,8
Junio	917,7
Julio	873,5
Agosto	1022,8
Septiembre	662,6
Octubre	578,5
Noviembre	681,9
Diciembre	391,1
Total	8.130,2

Al aplicar la fórmula y el Factor de conversión para cada tipo de combustible utilizado por la flota, se obtiene la información de la tabla:

Tabla 12: Cálculo de Huella de Carbono de Combustibles 2015

Tipo de Combustible	Consumo (litros)	Consumo (m ³)	Factor de Conversión (kg CO ₂ /m ³)	Aporte a la Huella de Carbono (kg CO ₂)
Gasolina 97 octanos	8.130,2	8,13	2241	18.219,33
Petróleo	22.531,2	22,53	2676	60.290,28
Total	30.661,4	30,66		78.509,61

Estos cálculos indican que para el año 2015 se generaron **78.509,61** [kg CO₂], emitidas por parte del Pool de vehículos de la Universidad de Antofagasta.

$$[eCO_2]_{Flota} = 78.509,6 [KgCO_2e].$$

ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS.

De la información obtenida se desprende que la Huella de Carbono calculada para el Pool de vehículos ha aumentado desde el año 2014 al año 2015 en un ocho por ciento (8%), esto básicamente por el mayor consumo de Diesel experimentado en los meses de julio, agosto, octubre y noviembre tal como lo muestra el gráfico 1:

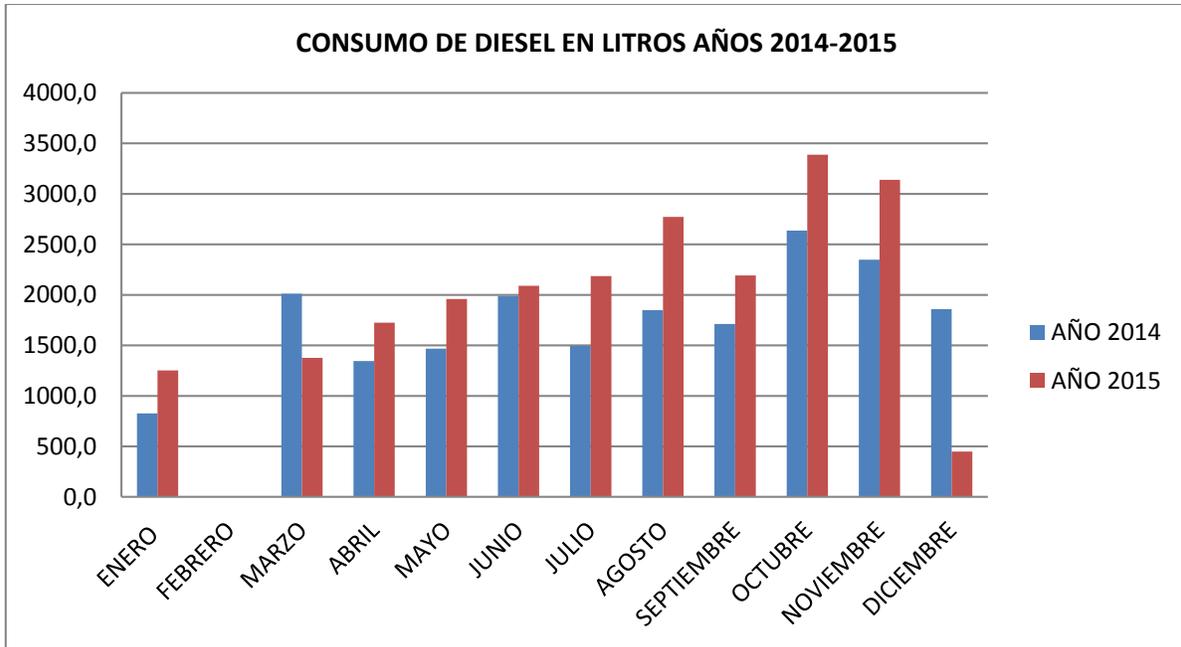


Gráfico 1: Consumo Diesel en litros en los años 2014 – 2015. Pool vehículos UA

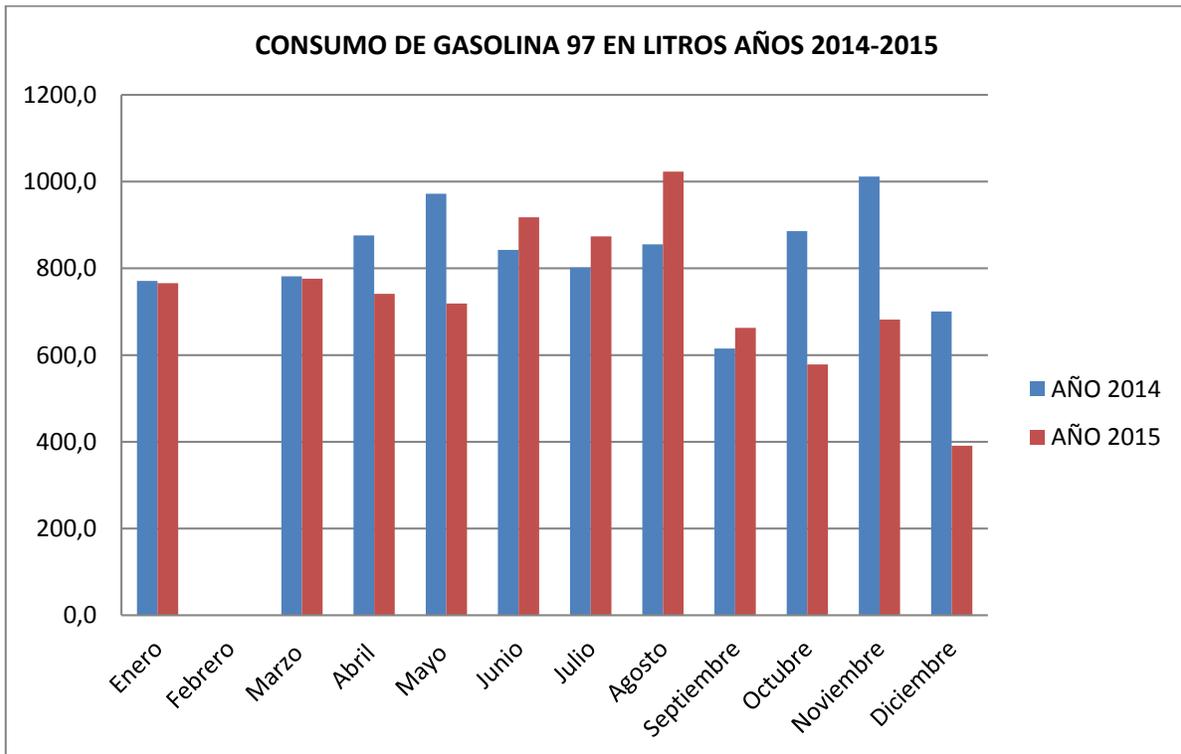


Gráfico 2: Consumo Gasolina 97 en litros los años 2014-2015. Pool de vehículos UA

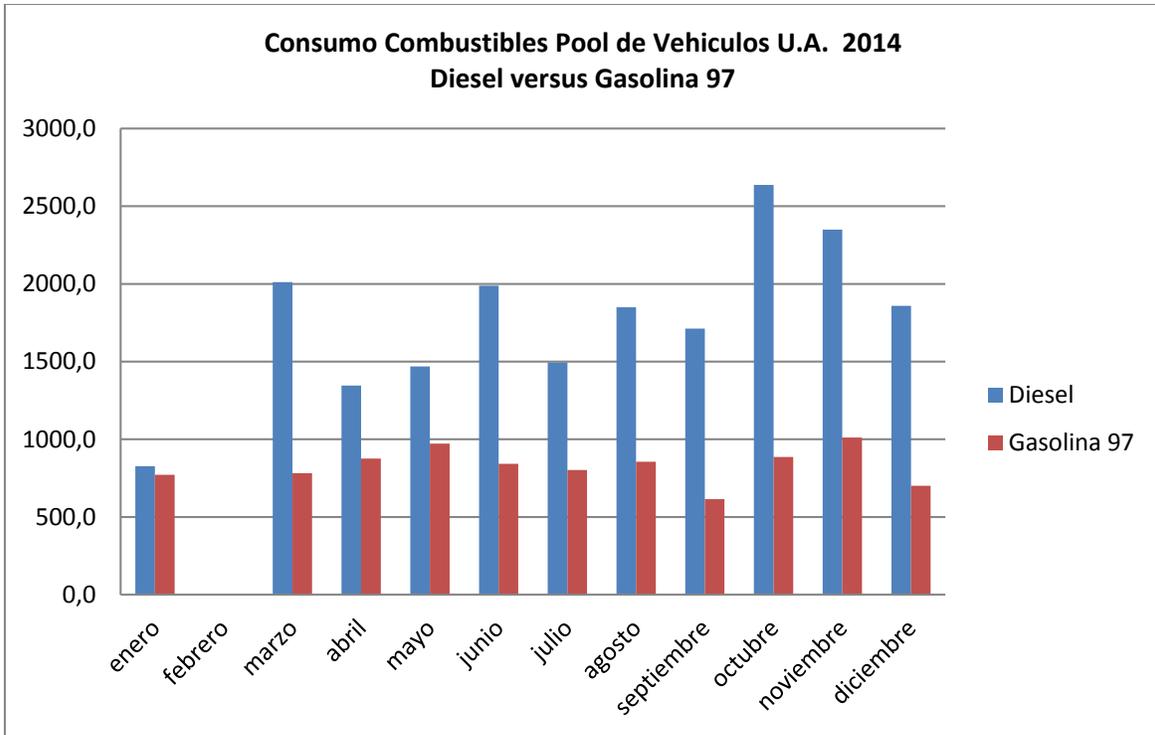


Gráfico 3: Consumo Diesel versus Gasolina 97 en litros el año 2014. Pool de vehículos UA.

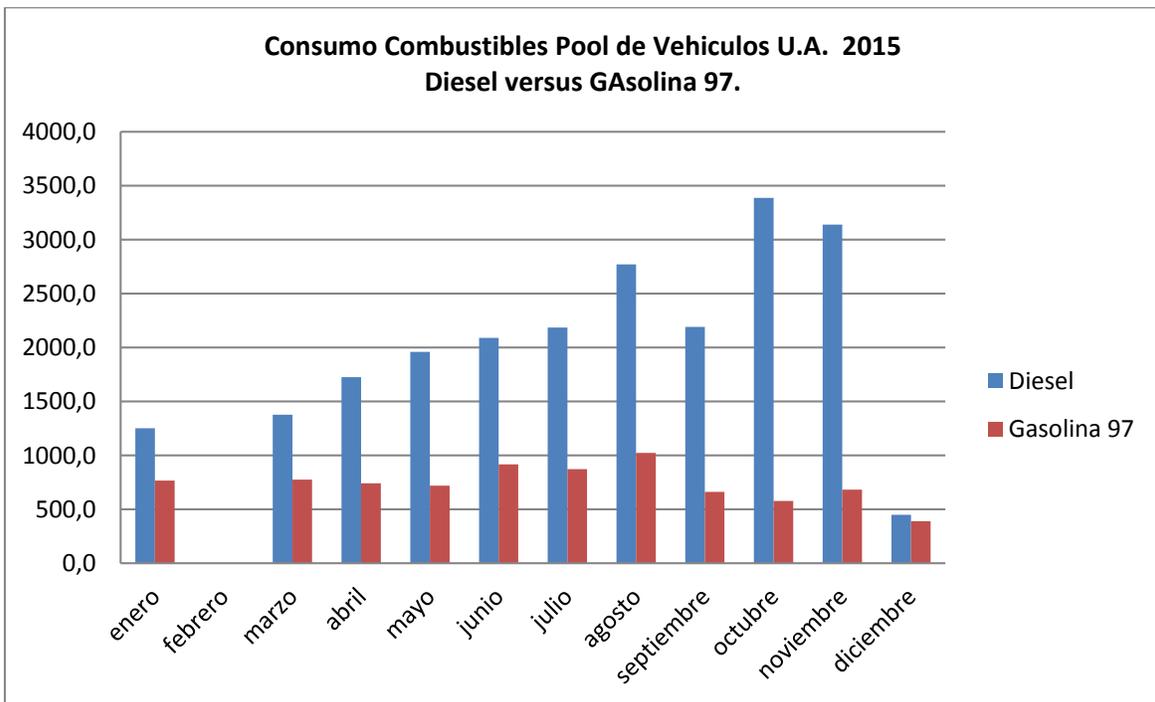


Gráfico 4: Consumo Diesel versus Gasolina 97 en litros año 2015. Pool vehículos UA.

7 Alcance 2

7.1 Gas licuado.

El cálculo de este ítem se hizo a partir de los gastos visualizados en las boletas de gas presentado como un total utilizado por el Campus Coloso.

Dicha estimación se realizó durante el año 2014-2015.

Se considera importante realizar una nueva estimación para próximos cálculos.

7.1.1 Factor de emisión

Factor de emisión: $1.642 \text{ kg CO}_2/\text{m}^3$

Tabla 13: Factores de emisiones para Combustibles en Chile

Combustible	kg CO ₂ /TJ	kg CO ₂ /m ³	kg CO ₂ /ton	PCI kcal/kg	Densidad kg/m ³	
Gasolina para vehículos	69.3	2.241	3.07	10.583	730	
Kerosene de aviación	71.5	2.554	3.153	10.536	810	
Diesel	74.1	2.676	3.186	10.273	840	
Petróleo combustible	Petróleo combustible N°5	77.4	2.899	3.127	9.652	927
	Petróleo combustible N°6	77.4	2.955	3.127	9.652	945
	Petróleo combustible IFO 180	77.4	2.927	3.127	9.652	936
Gas licuados de petróleo	63.1	1.642	2.985	11.3	550	
Gas natural	56.1	1,97	-	8.407	-	
Carbón bituminoso	94.6	-	2.441	6.164	-	
Carbón sub- bituminoso	96.1	-	1.816	4.515	-	

Fórmula para cálculo de la emisión:

$$E_g = C_c \cdot FE_{c,p}$$

Dónde,

E_g corresponde a la emisión del GEI g .

C_c corresponde al consumo de combustible c .

$FE_{c,p}$ corresponde al factor de emisión del combustible c y el proceso o tecnología p .¹

Tabla 14: Consumo de gas, Campus Coloso 2014-2015

Año	Mes	Cantidad en Litros
2014	ENERO	240
	FEBRERO	2700
	MARZO	728
	ABRIL	479
	MAYO	1309
	JUNIO	1005
	JULIO	268
	AGOSTO	786
	SEPTIEMBRE	896
	OCTUBRE	1861
	NOVIEMBRE	1215
	DICIEMBRE	922
	TOTAL 2014	12409
2015	ENERO	3046
	FEBRERO	-
	MARZO	933
	ABRIL	698
	MAYO	1219
	JUNIO	869
	JULIO	4146
	AGOSTO	1163
	SEPTIEMBRE	250
	OCTUBRE	1864
	NOVIEMBRE	1074
	DICIEMBRE	290
	TOTAL 2015	15552

¹ Programa de Estudios e Investigaciones en Energía Para la División de Desarrollo Sustentable, Subsecretaría de Energía, Instituto de asuntos públicos, Universidad de Chile.

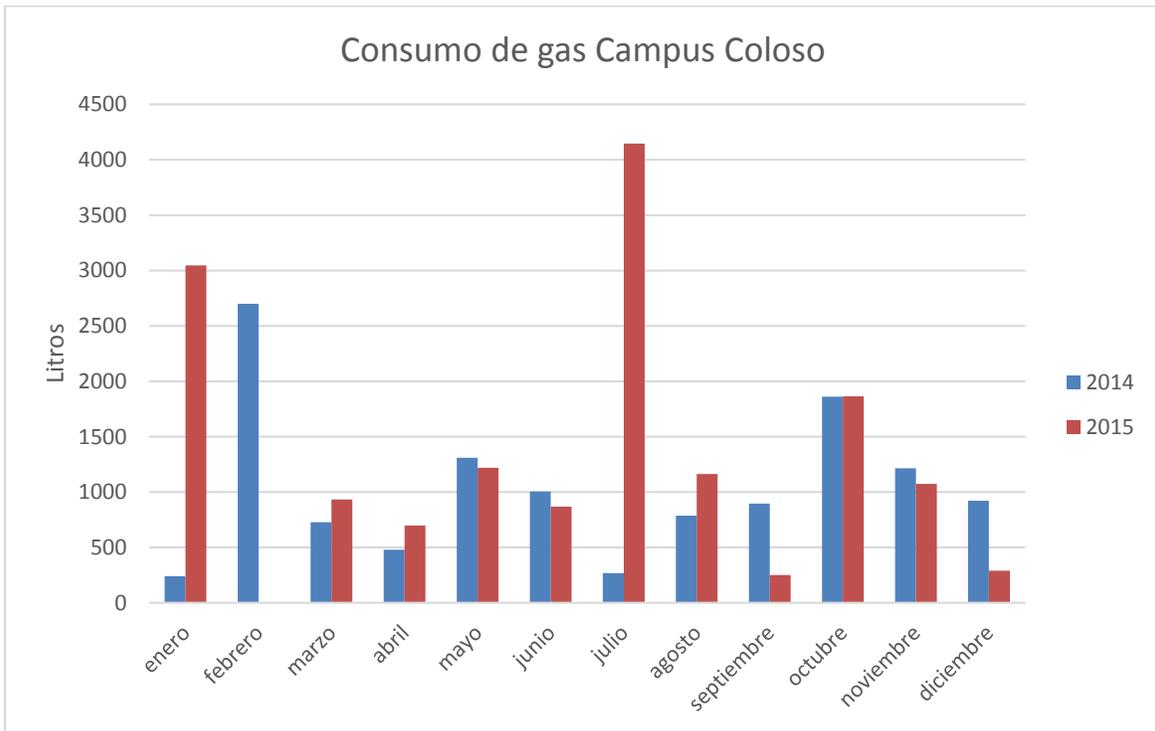


Gráfico 5: Consumo de Gas, Campus Coloso 2014-2015

7.1.2 Estimación para el año 2014 y 2015

Conversión de unidades:

- El total de gas licuado de petróleo en el año 2014 fue de 12409 litros.
12409 litros gas licuado de petróleo = 12,409 m³ de gas licuado de petróleo
- El total de gas licuado de petróleo en el año 2015 fue de 15552 litros de petróleo.
15552 litros gas licuado de petróleo = 15,552 m³ de gas licuado de petróleo

Tabla 15: Estimación de emisión, Gas Licuado de Petróleo, UA-Campus Coloso

Año	Estimación	total	
		kg	ton
2014	$E_g = (12,409 \text{ m}^3) \cdot \left(1.642 \frac{\text{kg} \cdot \text{CO}_2}{\text{m}^3}\right)$	20.375,58 Kg.CO ₂	20,38 ton.CO ₂
2015	$E_g = (15,552 \text{ m}^3) \cdot \left(1.642 \frac{\text{kg} \cdot \text{CO}_2}{\text{m}^3}\right)$	25.536,64 Kg.CO ₂	25,54 ton.CO ₂

7.2 Consumo energético - emisiones indirectas SING

Son las emisiones indirectas que generan las centrales de producción de electricidad como consecuencia del propio consumo de la entidad. Entiende como Huella de Carbono “la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto”. La Huella de Carbono de una organización mide la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto provenientes del desarrollo de la actividad de dicha organización.

Para el cálculo de las emisiones indirectas de SING se han utilizado los datos mensuales de Enero a Diciembre del año 2014 y los datos mensuales de Enero a Octubre de 2015. Para el cálculo se utiliza el total de [kWh] consumido mensualmente para estimar la Huella de Carbono producida. Dentro de los principales equipos empleados en el Campus, se encuentran computadores, proyectores, equipamiento mayor de laboratorio, entre otros.

Se utiliza la siguiente relación para calcular las emisiones de CO₂ producto del consumo energético.

$$[eCO_2]_{ConsumoEléctrico} = \sum_{i \in \{1,2,\dots,12\}} F \cdot E_{SING}$$

Donde se definen:

- $E_i := \{\text{Consumo en kWh del } i - \text{ésimo mes}\}$
- $f_{SING} := \{\text{Factor de conversión } CO_2 \text{ para el SING}\}$
- $i := \{\text{Mes}\}$

Los factores de conversión para el año 2014 y 2015 fueron tomados del ministerio de energía y sus valores fueron 0,79 y 0,764 respectivamente.

Tabla 16: Factor de conversión para el año 2014-2015

Reportes de Emisión

Información perteneciente al Sistema Interconectado del Norte Grande.

Año	Promedio tCO ₂ eq/MWh	Mes a Descargar
2010	0,715	Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre
2011	0,725	Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre
2012	0,806	Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre
2013	0,811	Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre
2014	0,790	Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre
2015	0,764	Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre

Los datos utilizados para los cálculos fueron los siguientes:

Tabla 17: Emisiones indirectas para el año 2014

Meses año 2014	Consumo (Kwh)	Consumo de energía Ei (MWH)	Factor de conversión SING (TCO ₂ eq/MWH)	$E_i \cdot f_{SING}$ (TCO ₂ e)
Enero	222.040	222,04	0,79	175,41
Febrero	148.820	148,82	0,79	117,57
Marzo	209.440	209,44	0,79	165,46
Abril	231.420	231,42	0,79	182,82
Mayo	258.020	258,02	0,79	203,84
Junio	230.790	230,79	0,79	182,32
Julio	246.400	246,40	0,79	194,66
Agosto	240.590	240,59	0,79	190,07
Septiembre	227.710	227,71	0,79	179,89
Octubre	231.980	231,98	0,79	183,26
Noviembre	267.190	267,19	0,79	211,08
Diciembre	230.230	230,23	0,79	181,88
Total	2.744.630	2.744,63	0,79	2.168,26

Tabla 18: Emisiones indirectas para el año 2015.

Meses año 2015	Consumo (Kwh)	Consumo de energía Ei (MWH)	Factor de conversión SING (TCO ₂ equ/MWH)	$E_i \cdot f_{SING}$ (TCO ₂ e)
Enero	215.040	215,04	0,764	164,29056
Febrero	153.020	153,02	0,764	116,90728
Marzo	229.040	229,04	0,764	174,98656
Abril	230.440	230,44	0,764	176,05616
Mayo	233.940	233,94	0,764	178,73016
Junio	269.990	269,99	0,764	206,27236
Julio	232.260	232,26	0,764	177,44664
Agosto	268.310	268,31	0,764	204,98884
Septiembre	225.540	225,54	0,764	172,31256
Octubre	204.260	204,26	0,764	156,05464
Noviembre	207.074	207,07	0,764	158,20148
Diciembre	223.024	223,02	0,764	170,38728
Total	2.691.938	2.691,93	0,764	2.056,63

Los cálculos obtenidos fueron los siguientes:

7.2.1 Estimación para el año 2014:

Aporte a la Huella de Carbono Alcance 2 consumo eléctrico para el año 2014:

$$[eCO_2]_{ConsumoEléctrico} = \mathbf{2168,26} [tCO_2e].$$

7.2.2 Estimación para el año 2015:

Aporte a la Huella de Carbono Alcance 2 consumo eléctrico para el año 2015:

$$[eCO_2]_{ConsumoEléctrico} = \mathbf{2056,63} [tCO_2e].$$

El comportamiento del consumo eléctrico para el año 2014 fue el siguiente:

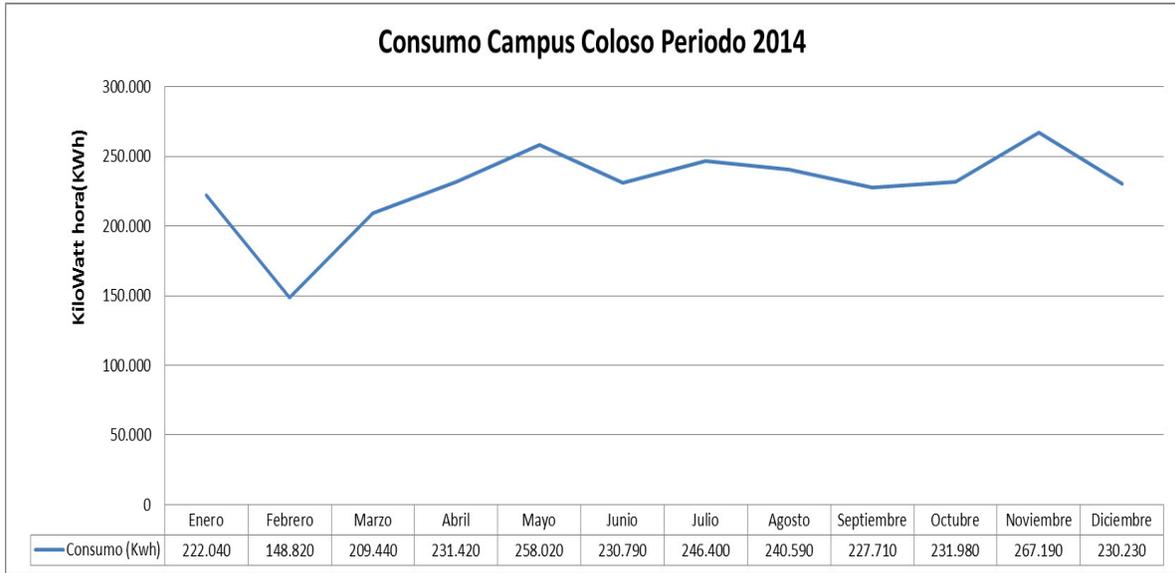


Gráfico 6: Consumo energético en Campus Coloso año 2014

El comportamiento del consumo eléctrico para el año 2015 fue el siguiente:

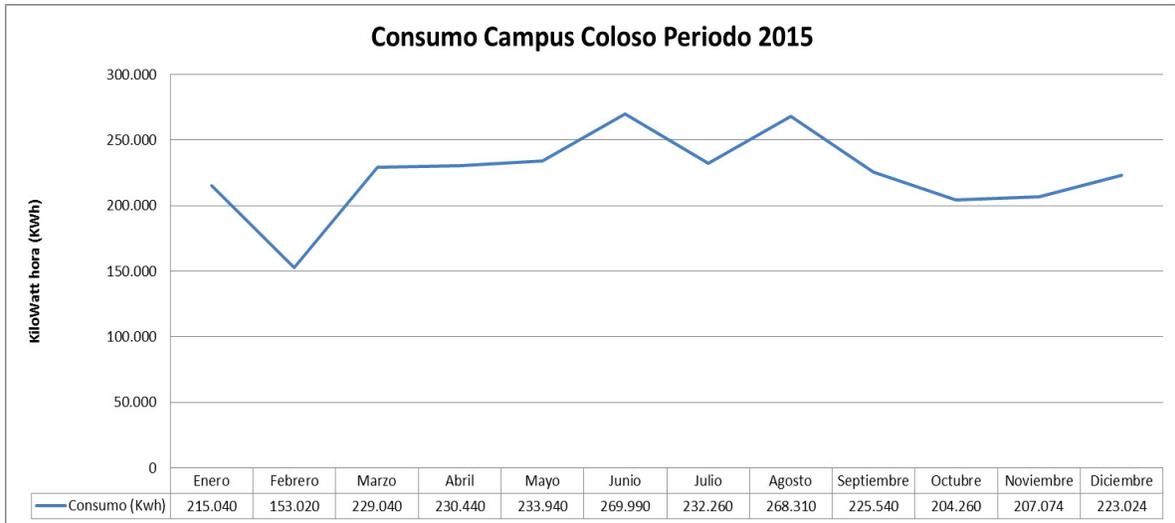


Gráfico 7: Consumo energético Campus Coloso 2015

La relación entre el año 2014 y el 2015 fue:

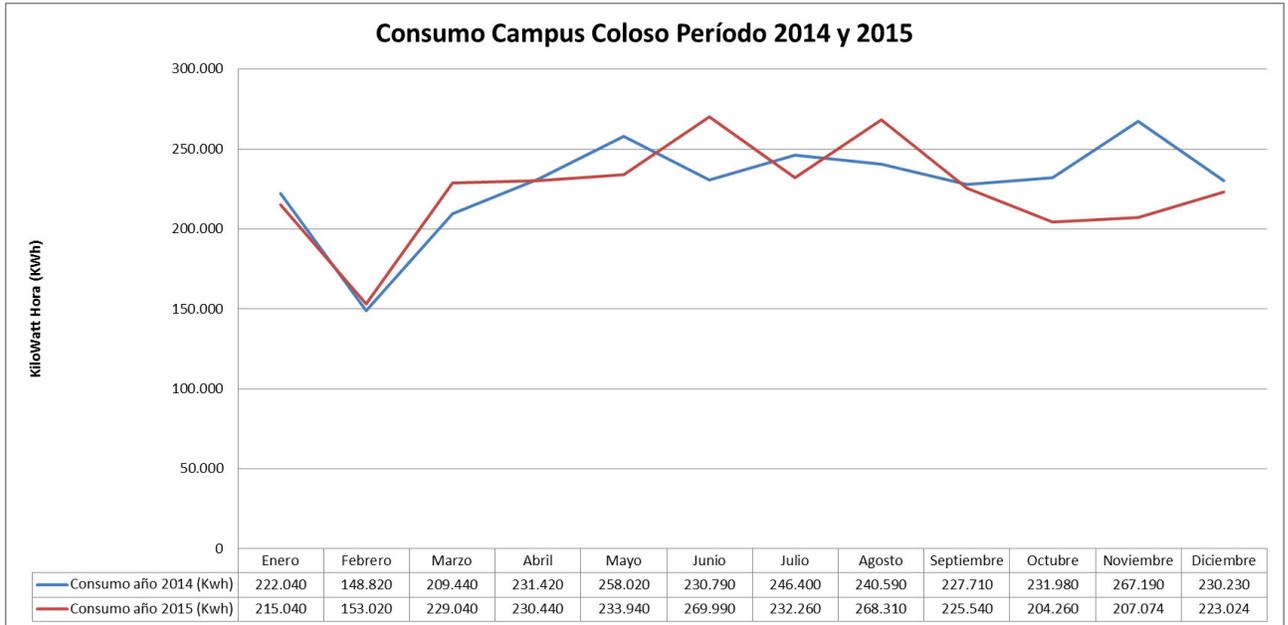


Gráfico 8: Consumo energético Campus Coloso 2014 y 2015

Para el mes de febrero el consumo es menor debido a que la Universidad entra en receso, también se puede ver una disminución en el consumo en el mes de Julio de 2015 debido al paro estudiantil.

Al realizar un análisis y consolidado de Enero de 2014 a Octubre de 2014 y de Enero de 2015 a Octubre de 2015 se puede ver una disminución en el consumo eléctrico hasta Octubre de 2015 ya que en el 2014 fue de 2168,2577 (tCO₂e) y para el 2015 fue de 1775,2959 (tCO₂e).

Se podría pensar que el mes de agosto del 2015 pudo tener un aumento debido a que los estudiantes estuvieron más tiempo en la Universidad recuperando el tiempo del paro estudiantil.

8 Alcance 3:

8.1 Ciclo de vida del Papel

Para determinar el cálculo del consumo de papel en la Universidad de Antofagasta Campus Coloso, se recopiló la información de compra de resmas de papel para cada centro de costo de la Universidad de los años 2014 y 2015, es decir, los datos de las órdenes de compra de todas las Facultades.

De la recopilación de antecedentes se evidencian dos orígenes del consumo de papel:

- Gastos de papel en centros de costos operacionales
- Gastos de papel en centros de costos de proyectos

A su vez, las compras de resmas de papel se dividen en papel tipo carta y oficio, siendo el de mayor uso el tipo carta.

Con respecto a la cantidad de información, sólo faltó recopilar los datos de Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre de ambos centros de costos del año 2015, para lo cual se realizó una estimación en cada centro de costo:

- Centros de costos operacionales: Al ser centros de costos utilizados para la compra de resmas de hojas que normalmente se usan en la Universidad, se estimó que la cantidad de resmas faltantes correspondía a la diferencia que faltaba para igualar el año 2014, ya que hasta agosto los datos son bastante similares. Además se consideró definir las resmas faltantes como tamaño carta por ser el más usado.
- Centros de costos de proyectos: Al ser centros de costos muy variables ya que dependen de los proyectos que se realicen cada año, para determinar la cantidad de resmas de los meses faltantes se estimó el promedio de resmas compradas mensualmente con los datos existentes desde enero a agosto, y se estableció ese valor para simular cada mes faltante. También se consideró que las resmas son tamaño carta.

Tabla 19. Tabla resumen de datos cantidad de Resmas compradas

AÑO 2014		
Centro de costo	Tipo de resma	Cantidad de resmas
OPERACIONAL	CARTA	4830
OPERACIONAL	OFICIO	2180
PROYECTOS	CARTA	66
PROYECTOS	OFICIO	50
	Total 2014	7126
AÑO 2015		
Centro de costo	Tipo de resma	Cantidad de resmas
OPERACIONAL	CARTA	4800
OPERACIONAL	OFICIO	2210
PROYECTOS	CARTA	484
PROYECTOS	OFICIO	42
	Total 2015	7536

Para el cálculo de la Huella de Carbono se utilizó el factor de emisión recomendado por la DEFRA (Department for Environment Food & Rural Affairs) del Reino Unido (UK), y su publicación Greenhouse Gas Conversion Factor Repository 2015, el que corresponde a:

939 Kg CO₂/Ton papel.

Además, considerando que las resmas se diferencian en tamaño carta y oficio, se calculó el peso en tonelada de papel por cada tipo de resma:

- Tamaño carta:

Medidas: 216 * 279 mm.

Cantidad de hojas por resma: 500 unid.

Gramaje utilizado en las compras: 75 gr/m²

Con la multiplicación de estos datos se tiene el peso total de la resma tamaño carta:

$$500 * 0,216 \text{ m} * 0,279 \text{ m} * 75 \text{ gr/m}^2 = 2259,9 \text{ grs} = 2,26 \text{ Kg} = \mathbf{0,0023 \text{ Ton}}$$

- Tamaño oficio:

Medidas: 216 * 318 mm.

Cantidad de hojas por resma: 500 unid.

Gramaje utilizado en las compras: 75 gr/m²

Con la multiplicación de estos datos se obtuvo el peso total de la resma tamaño oficio:

$$500 * 0,216 \text{ m} * 0,318 \text{ m} * 75 \text{ gr/m}^2 = 2575,8 \text{ grs} = 2,58 \text{ Kg} = \mathbf{0,0026 \text{ Ton}}$$

8.1.1 Estimación para el año 2014:

Tabla 20: Tabla de cálculo huella de carbono para el año 2014

CENTRO DE COSTO	TIPO DE PAPEL	CANTIDAD DE RESMAS COMPRADAS (unidad)	Ton de resmas compradas	Factor de conversión (Kg CO ₂ e/ton papel)	Aporte a la Huella de Carbono (Kg CO ₂ e)
OPERACIONAL	CARTA	4.830	10,9153	939	10.249,46
OPERACIONAL	OFICIO	2.180	5,6152	939	5.272,67
PROYECTOS	CARTA	66	0,1491	939	140,01
PROYECTOS	OFICIO	50	0,1288	939	120,94
TOTAL		7126	16,8085		15.783,18

8.1.2 Estimación para el año 2015:

Tabla 21: Cálculo de la Huella de Carbono para el año 2015

CENTRO DE COSTO	TIPO DE PAPEL	CANTIDAD DE RESMAS COMPRADAS (unidad)	Ton de resmas compradas	Factor de conversión (Kg CO ₂ e/Ton papel)	Aporte a la Huella de Carbono (Kg CO ₂ e)
OPERACIONAL	CARTA	4.800	10,8475	939	10.185,8
OPERACIONAL	OFICIO	2.210	5,6923	939	5.345,07
PROYECTOS	CARTA	484	1,0938	939	1.027,08
PROYECTOS	OFICIO	42	0,1082	939	101,59
TOTAL		7536	17,7420		16.659,73

Tabla 22: Cálculo huella de carbono anual para los años 2014 y 2015.

AÑO	CANTIDAD DE RESMAS COMPRADAS (unidad)	Ton de resmas compradas	Factor de conversión (Kg CO ₂ e/Ton papel)	Aporte a la Huella de Carbono (Kg CO ₂ e)	Aporte a la Huella de Carbono (Ton CO ₂ e)
2014	7.126	16,8085	939	15.783,18	15,78
2015	7.536	17,7420	939	16.659,73	16,66

Análisis de resultados 2014-2015.

Se evidencia que las compras de resmas de papel en los centros de costos operacionales se mantienen en cantidades equivalentes en ambos años, sin embargo el incremento de compra de resmas de papel de 2014 a 2015 en centros de costos de proyectos se refleja directamente en el cálculo del aporte a la Huella de Carbono 2015, esto debido al aumento de proyectos ese año, y por consecuente mayor compra de resmas de papel en la Universidad.

La cantidad de resmas por centros de costos de proyectos puede variar mucho entre un año y otro, es importante considerar la reducción de utilización de papel en todas las áreas privilegiando la información electrónica, así reducir el consumo de papel tanto en labores comunes de la Universidad como en proyectos nuevos.

8.2 Calculo de Residuos Sólidos

Calculo de cantidad de residuos sólidos generados Campus Coloso, Universidad de Antofagasta.

Estimación diaria:

De acuerdo con la información suministrada por el encargado de Servicios Generales del Departamento de Administración, se estimaron las siguientes cantidades de residuos en el Campus Coloso para un día.

Tabla 23: Cantidades de residuos para un día

Área	# Bolsas	Kg	total
Portería Central Pabellón A	10	12	120
Portal Coloso	4	15	60
OTI	2	4	8
Plaza Vergara	2	15	30
Pabellón "R"	5	12	60
Sector Odontología	30	12	360
Sector Salud	20	10	200
Sector Deportivo	10	15	150
Sector Comedores de auxiliares	12	10	120
Sector SEMDA	3	5	15
Total Campus Coloso kg/día			1.123

El valor de 1.123 kg corresponde a un día de generación de residuos en el Campus Coloso.

- **Estimación Anual:**

- Día: 1.123 kg/día
- Mes (20 días) = 1.123 x 20 = 22460 kg/mes*
*En febrero se estima ¼ del peso mes, aprox. 5615 kg.
- Año= (22460 x 11) + 5615 = **252.675 kg/año = 252.7 Ton/año**

Se estima que anualmente se han generado aproximadamente 252.7 toneladas de residuos sólidos en el Campus.

Factor de emisión:

Activity	Waste type	Unit	Open loop	Closed loop	Combustion	Anaerobic digestion	Composting	Landfill
			kg CO2e	kg CO2e	kg CO2e	kg CO2e	kg CO2e	kg CO2e
Refuse	Municipal waste	tonnes	21,0	21,0	21,0	21,0		421,0
	Organic: food and drink waste	tonnes			21,0	21,0	6,0	680,0
	Organic: garden waste	tonnes			21,0	21,0	6,0	175,0
	Organic: mixed food and garden waste	tonnes			21,0	21,0	6,0	332,0
	Commercial and industrial waste	tonnes		21,0	21,0	21,0		199,0

Fuente: DEFRA, 2012.

- **Factor de emisión residuos:**

199,0 Kg CO₂eq/ton

Estimación aporte a la huella de carbono residuos año 2015:

$$\begin{aligned}
 [\text{Kg eq CO}_2/\text{año}]_{\text{residuos}} &= \text{Toneladas generadas} * \text{Factor de emisión residuos} \\
 &= (252.7 \text{ ton/año}) * (199,0 \text{ Kg CO}_2\text{eq/ton}) \\
 &= \mathbf{50282,325 \text{ Kg eq CO}_2/\text{año}} \\
 &= \mathbf{50,3 \text{ ton eq CO}_2/\text{año}}
 \end{aligned}$$

Para el año 2015, la Universidad de Antofagasta, en su Campus Coloso, emitió aproximadamente 50,3 ton eq CO₂ por concepto de generación de residuos sólidos.

8.3 Cálculo del Consumo de Combustible de vehículos traslado personal.

Cálculo del consumo de combustible de los vehículos utilizados por los asistentes al Campus Coloso, Universidad de Antofagasta.

- **Diseño**

Se diseñó una encuesta online para recoger datos de la comunidad universitaria del Campus Coloso de la Universidad Antofagasta, en el ámbito del transporte.

- **Reclutamiento**

Se consideró toda la comunidad universitaria del Campus Coloso, para estos fines se solicitó información que a continuación se detalla:

Tabla 24: Cantidad de Población Universitaria

Tipología Población Universitaria	2014	2015
Cantidad de alumnos Universidad (1)	7733	7427
Cantidad de Académicos (2)	670	623
Cantidad de Funcionarios No Académicos (3)	970	968
Total	9373	9018

Fuentes y Criterios:

(1) SIES Matriculados, con fecha de corte al 30 de Abril.

Se considera los estudiantes de Pregrado Regular, Carreras Técnicas, SEC, SED y Planes Especiales

(2) SIES Académicos, con fecha de corte al 30 de Mayo.

Si un académico realiza adicional horas a honorarios, se contabiliza dos veces.

Se consideran académicos que hallan en Comisión de Servicio y que se desempeñen en labores directivas.

(3) DEF y DPAC, con fecha de corte al 30 de Abril.

Incluye directivos superiores, Profesionales, Técnicos, Administrativos y Auxiliares, con los diferentes tipos de contrato.

La encuesta se aplicó desde 24 de Agosto hasta 16 de Noviembre, publicada en la plataforma Web de la Universidad Antofagasta.

- **Determinación del tamaño de muestra.**

Se consideró la totalidad de la comunidad Universitaria del Campus Coloso de la Universidad de Antofagasta.

- **Instrumento**

El instrumento correspondió a un cuestionario estructurado con preguntas cerradas e incluyó preguntas dirigidas que a continuación se detallan:

1. ¿Cuál es su género?
2. ¿A qué estamento pertenece?
3. ¿A qué Facultad o Unidad de Campus Coloso pertenece?
4. ¿Cuál es el medio de transporte que usa más frecuentemente para trasladarse al Campus Coloso?
5. ¿Cuánto tiempo (minutos) aproximadamente demora usualmente en llegar desde su lugar de residencia al Campus Coloso?
6. Indique su dirección (origen) o la intersección de calles más cercana a su dirección.
7. ¿Cuántos kilómetros recorre desde su domicilio para ir al Campus Coloso?
8. ¿Cuántas veces al día vienes al Campus Coloso?
9. ¿Cuántas veces a la semana vienes al Campus Coloso?
10. ¿Viajas en vehículo propio?
11. ¿Qué tipo de vehículo propio utiliza durante la semana?
12. ¿Cuál es el tipo de combustible que utiliza su vehículo?
13. ¿Cuál es el rendimiento aproximado (Km/Lt) del vehículo en ciudad?
14. ¿Número de pasajeros que se trasladan en su vehículo (no incluye conductor)?

Antes de implementar la encuesta se evaluó la aplicación a través de una prueba piloto, que además determinó el tiempo promedio de respuesta que correspondió a 20 minutos.

- **Análisis de resultados:**

Resolvieron la encuesta un total de 335 personas, de las cuales 41 estudiantes dijeron que se movilizaban en auto y 138 en auto bus, 58 funcionarios académicos se movilizan en auto y 13 en auto bus, 27 funcionarios no académicos se movilizan en auto y 29 en auto bus, y un total de 29 personas se movilizan a pie y/o bicicleta.

Tabla 25: Resultados por tipología de medio de transporte.

Tipo de estamento	Medio de transporte	N° de personas
Estudiante	Auto	41
Estudiante	Bus	138
Académico	Auto	58
Académico	Bus	13
No académico	Auto	29
No académico	Bus	27
Estudiante/Académico/No académico	A pie y bicicleta	29
Total		335

Si visualizamos los resultados en porcentaje, quedan como sigue:

Tabla 26: Cantidad de vehículos utilizados en porcentaje.

Tipo	Auto	Bus	A pie y/o bicicleta	Total
Estudiante	12,24%	41,19%		53%
Académico	17,31%	3,88%		21%
No académico	8,66%	8,06%		17%
Estudiante/Académico/No académico			8,66%	9%
	38,21%	53,13%	8,66%	100%

De la tabla 26 se puede ver que el 38,21% de la comunidad universitaria se moviliza en auto propio y el 53,13 en locomoción colectiva, y sólo el 9% a pie o en bicicleta.

- **Cálculo de Huella de Carbono:**

La encuesta realizada arrojó una base de datos que se utilizó para calcular el consumo anual de combustible por persona. A continuación un ejemplo del cálculo:

Las primeras 5 columnas corresponden a datos obtenidos de la encuesta y las últimas 3 a cálculos necesarios para determinar los kilómetros anuales recorridos.

Tabla 27: Ejemplo del cálculo de km/año de cada persona

Estamento (Pregunta N° 2)	Medio de transporte (Pregunta N° 4)	N° de viajes al día hacia el campus Coloso (Pregunta N° 8)	N° de viajes a la semana al Campus Coloso (Pregunta N° 9)	Km recorridos en trayecto (Pregunta N° 7)	N° semanas del año (4 semanas x 10 meses)	Tramo ida y vuelta	Km/año por persona (Multiplicación de las columnas anteriores)
Estudiante A	Auto	1	5	9,6	40	2	3840
Estudiante B	Bus	3	4	15,6	40	2	14976

Una vez realizado esto para cada una de las 335 personas que respondieron la encuesta, y utilizando la Tabla N° 25, se obtiene el siguiente resumen:

Tabla 28: Resumen del cálculo de km/año recorridos por tipo de estamento.

Tipo de estamento	Medio de transporte	N° de personas	Total Km/año recorridos
Estudiante	Auto	41	307272
Estudiante	Bus	138	913320
Académicos	Auto	58	338832
Académicos	Bus	13	61888
No académicos	Auto	29	133696
No académicos	Bus	27	102320
Todos	A pie y bicicleta	29	-
Total		335	1857328

Luego, para calcular la Huella de Carbono para el Transporte se utilizó el factor de emisión publicado para el año 2015 en el portal electrónico del Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) UK.:

Factor de emisión	
Auto diésel	0,18307 KgCO ₂ e/Km
Auto bencina	0,18695 KgCO ₂ e/Km
Bus	0,10172 KgCO ₂ e/passenger.Km

Considerando que el factor de emisión es el mismo para diésel o bencina en el caso de los autos, utilizaremos sólo 2 categorías: auto y bus, con lo que aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Km/año recorridos} \times \text{Factor de emisión (Kg CO}_2 \text{ e/Km)} = \text{Kg CO}_2 \text{ eq anual.}$$

Tabla 29: Estimación aporte a la huella de carbono traslado casa-universidad de comunidad universitaria encuestada año 2015

Tipo	Transporte	n° Personas	Total Km/año	Factor de emisión (Kg CO ₂ eq/ Km)	Kg CO ₂ eq anual	tCO ₂ eq anual
Estudiante	Auto	41	307272	0,18	55308,96	55,3
Estudiante	Bus	138	913320	0,10	91332	91,3
Académico	Auto	58	338832	0,18	60989,76	61
Académico	Bus	13	61888	0,10	6188,8	6,2
No académico	Auto	29	133696	0,18	24065,28	24,1
No académico	Bus	27	102320	0,10	10232	10,2
Todos	A pie y bicicleta	29	-	-	-	
Total		335	1857328		248116,8	248,1

Los resultados de la tabla 29 corresponden a **306** personas encuestadas lo que generan 248116,8 Kg CO₂ eq anual (248,1tCO₂e), 29 encuestas no ingresan al cálculo por movilizarse en medios de transporte sin consumo de combustible.

Con estos resultados podemos calcular la huella total de la población universitaria del Campus Coloso utilizando los datos de la Tablas 24 y una regla de tres simple:

Huella de carbono de la población universitaria = N° total de la población Universitaria x Huella calculada en encuesta / N° de personas encuestadas que se trasladan en auto o bus.

Emisiones de CO₂ por traslado en el año **2015** = 9018 * 248116,8 / 306

Las emisiones CO₂ por traslados 2015 = 7312148,05 Kg CO₂ eq anual

Lo que equivale a 7312,1 tCO₂ eq anuales

Emisiones de CO₂ por traslado en el año **2014** = 9373 * 248116,8 / 306

Las emisiones CO₂ por traslados 2014 = 7599995,969 Kg CO₂ eq anual

Lo que equivale a 7599,9 tCO₂ eq anuales

8.4 Calculo del Transporte Aéreo

El combustible utilizado para los viajes por vía aérea es considerado generan también una cantidad importante de emisiones, los valores son calculados de manera global por la International Civil Aviation Organization (ICAO). Se consideran los factores de emisión asociados al ciclo de aterrizaje y despegue (LTO)² y al gasto de combustible (kerosene de aviación) durante el vuelo crucero (altitud > 1000 m).

Se cuenta con información acerca de los traslados aéreos pagados por la institución, de académicos, funcionarios y alumnos (km) del año 2014 y año 2015, información entregada por el Departamento Abastecimiento de la Universidad de Antofagasta.

- **Resumen de Kilómetros de vuelos Nacionales e Internacionales:**

Tabla 33: Total Km de pasajes

Año	2014	2015
Cantidad Total km en Vuelos Nacionales	3.227.715,94	1.099.685,14
Cantidad Total km en Vuelos Internacionales³	2.718.176,42	910.166,10
TOTAL de Km por año	5.945.892,36	2.009.851,24

Para calcular la huella de carbono para el Transporte aéreo nacional como internacional, se utilizó el siguiente factor de conversión:

² El ciclo LTO considera todos los movimientos que realiza un avión comercial por debajo de los 1000 m.

³ Se consideraron en los totales de kilómetros recorridos en vuelos internacionales, los tramos aéreos tanto de salida y llegada desde Aeropuerto Santiago a Aeropuerto Internacional según sea el caso del destino, dejando el tramo Antofagasta-Santiago en los resultados Nacionales

Tabla 34: Factor emisión según fuente DEFRA 2013

Factor de emisión (t CO ₂ /Km)
0,000020 vuelos nacionales
0,000018 vuelos internacionales

Cantidad x factor de emisión = tCO₂ eq/pkm

Resultados viajes Nacionales por vía aérea.

Del análisis de la información del traslado por medio aéreo se presentan los resultados de tramos nacionales en las tablas 35 y 36 las cuales indican los km totales que realizó la Universidad de Antofagasta en el año 2014 y 2015.

.De la tabla 35 se indica que durante el año 2014 se realizaron un total de 1233 vuelos nacionales dando un total de 3227715,94 kilómetros recorridos.

De la tabla 36 se indica que durante el año 2015 se realizaron un total de 419 vuelos nacionales dando un total de 1099685,14 kilómetros recorridos vía aérea.

Tabla 35: km Totales vuelos Nacionales año 2014

2014		
CIUDAD DESTINO NACIONAL	N° VUELOS	KM TOTALES RECORRIDOS IDA Y VUELTA
SANTIAGO	1046	2794702,8
ARICA	25	35900
CALAMA	9	3906
CONCEPCION	22	80572,8
COPIAPO	1	827,52
IQUIQUE	22	16857,28
LA SERENA	50	70155
PUERTO MONTT	10	39940
PUNTA ARENAS	6	39416,64
TEMUCO	29	98124,4
VALDIVIA	13	47313,5
TOTAL KM 2014	1233	3227715,94

Tabla 36: Km Totales vuelos Nacionales año 2015

2015		
CIUDAD DESTINO NACIONAL	Nº VUELOS	KM TOTALES RECORRIDOS IDA Y VUELTA
ARICA -AFTA	9	10366,56
CONCEPCION -AFTA	8	23804,16
IQUIQUE - AFTA	10	7662,4
LA SERENA - AFTA	6	8418,6
SANTIAGO -AFTA	371	991237,8
TEMUCO- AFTA	5	16918
PUERTO MONTT- AFTA	3	11987,22
CALAMA - STGO	1	2461,5
PUNTA ARENAS -AFTA	3	19708,32
CONCEPCION-STGO	1	883,7
PUNTA ARENAS -STGO	1	4394,78
PUERTO MONTT- STGO	1	1842,1
TOTAL KM 2015	419	1099685,14

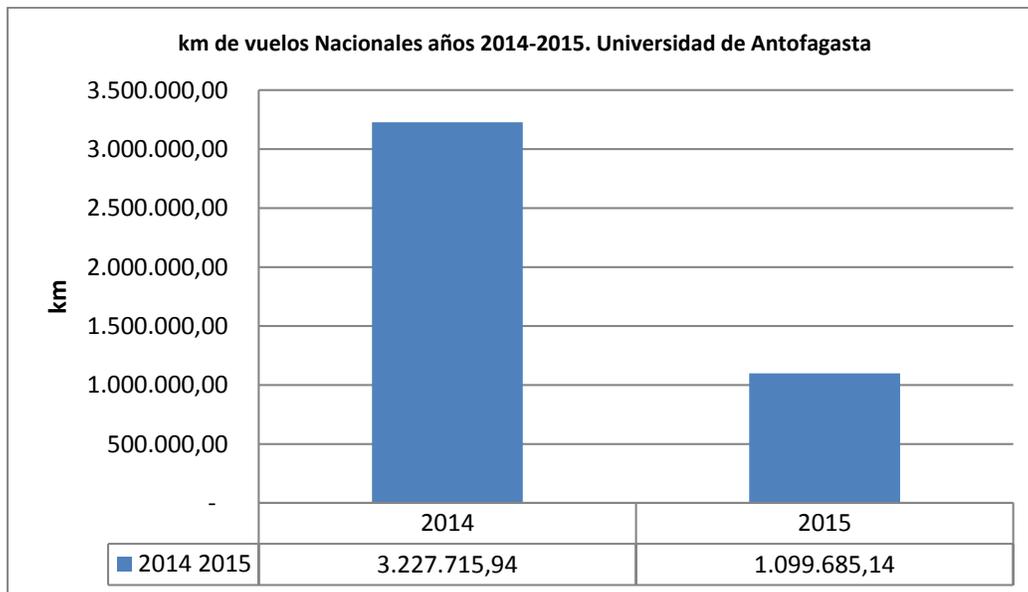


Grafico 9. km de vuelos Nacionales años 2014-2015. Universidad de Antofagasta. Datos utilizados proporcionados por el Dpto. Abastecimiento-UA.

Calculando el Factor de Emisión para vuelos nacionales $0,000020 \text{ t CO}_2 \text{ eq/pkm}$ con los km obtenidos los años señalados obtendríamos el siguiente resultado en los vuelos nacionales realizados por la comunidad de la UA Campus Coloso:

Tabla 37: Resumen km vuelos nacionales 2014-2015 y el total de emisión en $\text{tCO}_2\text{eq/pkm}$.

AÑO	km vuelos nacional	Factor de conversión para vuelo nacional	total $\text{tCO}_2 \text{ eq/pkm}$
2014	3.227.715,94	0,000020	64,55
2015	1.099.685,14	0,000020	21,99

Como conclusión para los viajes nacionales podemos decir que la Universidad de Antofagasta por concepto de emisión de Gases de Efecto Invernadero dejó de emitir **42.56 $\text{tCO}_2 \text{ eq/pkm}$** a la atmósfera, debido a la importante rebaja de vuelos nacionales en el año 2015 como se puede observar en el gráfico N°9.

Resultados viajes Internacionales por vía aérea.

Del análisis de la información disponible respecto del traslado por medio aéreo se presentan los resultados de tramos internacionales en las tablas 38 y 39 que durante el año 2015 y 2014 fueron realizados por el personal de la Universidad.

De la tabla 35 se desprende que durante el año 2015 se realizaron un total de 60 vuelos internacionales que corresponden a 910.165,84 kilómetros recorridos vía aérea.

De la tabla 36 se desprende que durante el año 2014 se realizaron un total de 184 vuelos internacionales que corresponden a 2.718.176,42 kilómetros recorridos vía aérea.

Tabla 38: km Totales vuelos Internacionales año 2015

AÑO 2015 CIUDAD DESTINO INTERNACIONAL	Nº VUELOS	KM TOTALES RECORRIDOS IDA Y VUELTA
Barcelona	8	178.392,32
Buenos aires	4	9.045,76
Cancún	1	12.616,94
La Paz-México	2	23.282,08
Madrid	7	149.704,66
México	2	28.766,88
Sao paulo	2	10.299,56
Almeria	2	42.149,08
Arequipa	4	15.128,56
Beijing	1	38.094,64
Bogotá	2	16.959,00
Ciudad del Este	3	10.716,72
Copenhagen	2	50.516,28
Guadalajara	2	27.730,24
Jujuy	2	5.093,60
Londres	3	70.040,82
Marruecos	1	19.701,36
Medellin	2	17.772,64
Melbourne	1	22.552,02
Mendoza	2	756,88
Netherlands	4	96.183,28
Tucson	1	16.840,60
Zurich	2	47.821,92
TOTAL km vuelos Internacionales 2015	60	910.165,84

. Tabla 39: Km Totales vuelos Internacionales año 2014

AÑO 2014 CIUDAD DESTINO INTERNACIONAL	Nº VUELOS	KM TOTALES RECORRIDOS IDA Y VUELTA
Barcelona	7	156.093,42
Bogota	24	203.773,44
Boston	2	33.706,08
Catamarca	6	8.585,16
Chaco	2	4.787,44
Chicago	1	17.099,76
Cordoba	4	5.120,72
Ecuador	2	14.405,76
Ecuador-Panama	2	2.376,78
España	2	42.772,76
Florianopolis	4	17.611,12
Francia	2	45.859,52
Guadalajara	10	138.942,40
Guayaquil	4	28.838,72
Innsbruck	2	48.475,52
Jujuy	8	30.597,12
Lima	38	187.452,48
Loja	4	83.458,80
Madrid	21	449.113,98
Medellin	6	53.317,92
Mexico	11	145.418,68
Milan	2	47.486,96
Montevideo	2	5.371,04
New york	4	66.008,80
Osaka	6	211.384,20
Pekin	4	152.503,68
Perth	2	50.853,32
Rio janeiro	10	58.279,20
Salta	20	64.070,40
Santander	6	130.811,88
Sao paulo	8	41.198,24
Sevilla	4	82.588,96
Vigo	2	42.036,60
Zurich	2	47.775,56
TOTAL km vuelos Internacionales 2014	184	2.718.176,42

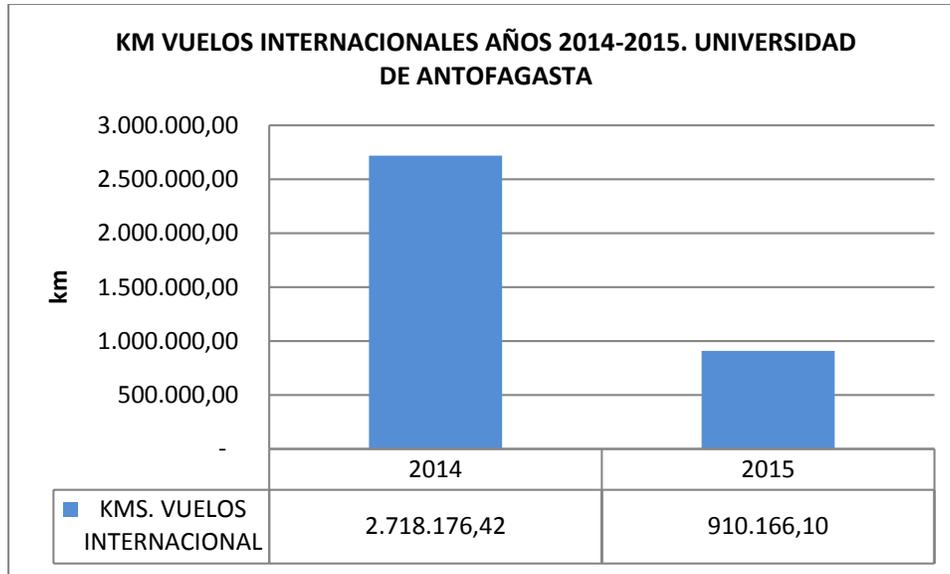


Grafico 10. Km de vuelos Internacionales años 2015-2014. Universidad de Antofagasta. Datos utilizados proporcionados por Dpto. Abastecimiento - UA.

En la tabla 40 se resumen ambos años con el factor de conversión correspondiente de acuerdo a los kilómetros recorridos. En este caso se utilizará el Factor de Emisión de acuerdo a la variable Internacional Larga distancia mayor a 3.700 km que equivale a 0,000018 tCO₂eq/km, de acuerdo a la fuente DEFRA.

Tabla 40: Km Resumen km vuelos internacionales 2014-2015 y el total de emisión en tCO₂eq/pkm.

AÑO	Aeropuerto Santiago de Chile-Aeropuerto otro país (kilómetros)	Factor de conversión para vuelo internacional larga distancia según DEFRA (tCO ₂ eq/pkm)	Total emisión en tCO ₂ eq/pkm
2015	910.166,10	0,000018	16,38
2014	2.718.176,42	0,000018	48,93

Como conclusión podemos decir que la Universidad de Antofagasta por concepto de emisión de Gases de Efecto Invernadero en relación a Vuelos Internacionales dejó de emitir 32.55 tCO₂ eq/pkm a la atmósfera, debido a la importante rebaja de vuelos internacionales en el año 2015 como se puede observar en el grafico N°10.

Años	Vuelos Nacionales tCO ₂ eq/pkm	Vuelos Internacionales tCO ₂ eq/pkm	TOTAL tCO ₂ eq/pkm
2014	64.55	48.93	113.48
2015	21.99	16.38	38.37

9 Bibliografía

- Ministerio de Energía Chile. (1 de 04 de 2016). Obtenido de <http://huelladecarbono.minenergia.cl/combustible-chile>
- Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). *Ministerio del Medio Ambiente*. Obtenido de <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-propertyvalue-16236.html>
- Morales, S. A. (2010). *Causas y efectos del cambio climático* .
- Pinto, M. d. (s.f.). *Calculando la huella de carbono*. Obtenido de Huella de Carbono: http://www.municipalidaddepinto.cl/documentos/SCAM/huella_carbono.pdf
- Pontificia Universidad Católica de Chile. (03 de 2011). Obtenido de http://www.sinia.cl/1292/articles-50188_recurso_11.pdf
- Protocol, G. G. (10 de 05 de 2016). *GreenHouse Gas Protocol*. Obtenido de <http://www.ghgprotocol.org/>
- UACH. (16 de 05 de 2016). *Pro carbono*. Obtenido de http://www.uach.cl/procarbono/huella_de_carbono.html
- Programa de Estudios e Investigaciones en Energía Para la División de Desarrollo Sustentable, Subsecretaría de Energía, Instituto de asuntos públicos, Universidad de Chile.
- Portal Electrónico del Ministerio de Energía (<http://www.minenergia.cl> - <http://huelladecarbono.minenergia.cl/>).
- Portal Electrónico de Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) (<http://www.defra.gov.uk/>) “Small Business User Guide: Guidance on how to measure and report your greenhouse gas emissions”.
- Portal Electrónico del Ministerio del Medio Ambiente (<http://www.mma.gob.cl/quieromejorarmihuella/>) “Herramienta Interactiva para Calcular la Huella de Carbono”
- UK. DEFRA Department for Environment Food & Rural Affairs. Greenhouse Gas Conversion Factor Repository 2015. <http://www.ukconversionfactorscarbonsmart.co.uk/> , <http://www.ukconversionfactorscarbonsmart.co.uk/FlatFileFormats.aspx> .