



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DEL ESTADO DE
MORELOS

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL

DISEÑO DE ESTRATEGIAS
SUSTENTABLES PARA LOGRAR CARBONO
NEUTRO EN EL DAWSON COLLEGE EN
MONTREAL, CANADÁ

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL

P R E S E N T A

SERGIO GARCÍA BAHENA

DIRECTORES:

M.Ed. CHRIS ADAM

M. EN I. VALERIA DÁVILA SOLANO



JIUTEPEC, MORELOS DICIEMBRE, 2016

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL

DISEÑO DE ESTRATEGIAS
SUSTENTABLES PARA LOGRAR CARBONO
NEUTRO EN EL DAWSON COLLEGE EN
MONTREAL, CANADÁ

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL

P R E S E N T A

SERGIO GARCIA BAHENA

COMITÉ TUTORAL:

DRA. GISELA FRÍAS

M. EN I. VALERIA DÁVILA SOLANO

M.Ed. CHRIS ADAM

M. EN I. VERONIQUE PARIS



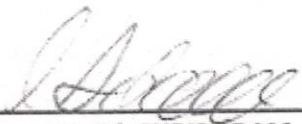
INGENIERIA EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL

JIUTEPEC, MORELOS A 17 de Abril del 2017

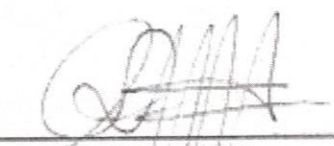
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE ESTADÍA

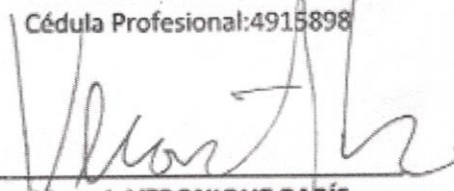
Los que suscriben, miembros del comité sinodal designados por la Dirección de la Ingeniería en Tecnología Ambiental de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos, manifestamos que después de haber evaluado el trabajo de estadía titulado: *"Diseño de estrategias sustentables para lograr carbono neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá."* desarrollado en formato de Tesis por el alumno **SERGIO GARCÍA BAHENA**, bajo la dirección del M. Ed. **CHRIS ADAM** y la M. en I. **VALERIA DÁVILA SOLANO**, se **ACEPTA** para proceder a su impresión.

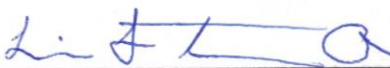
ATENTAMENTE


M. Ed. **CHRIS ADAM**
DIRECTOR RECEPTOR
Cédula Profesional: 10113


M. en I. **VALERIA DÁVILA SOLANO**
DIRECTOR INTERNO
Cédula Profesional: 4915898


Dra. **GISELA FRIAS**
VOCAL N/A
Cédula Profesional:


M. en I. **VERONIQUE PARÍS**
VOCAL
Cédula Profesional: 123 221


DR. **LUIS GERARDO TREVIÑO QUINTANILLA**
COORDINADOR DE LA ASIGNATURA DE ESTADÍA
Cedula Profesional: 5914625


Upemor
Universidad Politécnica
Dirección de Ingenierías
en Tecnología y
Tecnología Ambiental

c.c.p. Dirección académica/Archivo Tecnología Ambiental

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más grande agradecimiento para todas las personas quienes estuvieron en esta etapa tan importante en mi vida, desde la parte emocional, intelectual y económica, que si no fuera por toda su colaboración no hubiera podido culminarse de la mejor forma.

- A mi Dios, quien fue mi motor y fuerza para seguir adelante y concluir éste gran trabajo, que, a pesar de las dificultades, nunca me dejaba solo y siempre me mostraba el camino a través de sus bendiciones diarias.
- A mi familia, mis padres y hermanas, por ser lo más hermoso que pude tener, por el apoyo en todo momento en mis decisiones y sobre todo por darme todo lo que estaba a su alcance para darme una excelente educación y muchas otras cosas que hoy valoro.
- A mis tutores, que más que distinguidos y reconocidos, son personas esenciales que me enseñaron lo maravilloso que es valorar los detalles que tiene la vida; A Valeria Dávila Solano, que además de su gran experiencia y conocimiento, su esencia, estima y carisma me motivaron por dar lo mejor de mí durante esta etapa y me mostró lo que soy capaz de hacer si tengo la convicción para lograrlo; A Chris Adam, por ser una excelente persona y como un papá durante mi estancia en Canadá, que me enseñó a apreciar las cosas y a tener calma ante la adversidad; A Gisela Frías, por la oportunidad que me dio, no solo de trabajar organizadamente, si no, su gran corazón me enseñó a ver el lado positivo de las cosas; A Veronique París por su gran análisis y apoyo que llevaron a realizar un gran proyecto.
- A mis estimados profesores quienes estuvieron cerca de mí y me dieron apoyo emocional y me enseñaron a disfrutar esta etapa por sus consejos extraordinarios: Patricia Ortiz Garibay, María de los Ángeles Farfán Guerrero, Luis Gerardo Treviño Quintanilla y Liliana García.
- Al Programa Ambiental, porque me permitió aprender nuevas habilidades y trabajar de forma integral y más que conocimiento generado, fueron las personas que con su cariño creaban un ambiente de familia que es lo mejor para lograr los propósitos.
- A mi Universidad, que si no fuera porque depositaron su confianza en mí y me llenaron en mi formación, no sería una realidad el desarrollo de esta tesis: directivos, vinculación, servicios escolares.
- Al Programa de Lideres Emergentes de las Américas (ELAP), que gracias a la beca otorgada se realizó este proyecto.
- Al Consejo de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades de Canadá. Planteles Educativos Sustentables: Una comunidad de investigación-acción Norte Sur (890-2015-1027), por su gran apoyo en esta investigación.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y estar en cada paso, sobre todo por darme esta grandiosa oportunidad de cumplir este propósito, que confiado estoy que puso a cantidad de personas para su logro.

A mis padres, Francisco García y María Bahena, quienes dieron todo lo que estaba en sus manos por darme la mejor educación y soporte por cumplir esta etapa, que muchas veces implicó dejar algunas cosas por llenarme de motivación y seguir adelante, se lo debo a ustedes.

ÍNDICE

	Contenido	Página
1	Introducción	1
2	Marco teórico	5
2.1	Cambio Climático	5
2.1.1	Definición y concepto	5
2.1.2	Origen y consecuencias del Cambio Climático	5
2.2	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)	7
2.2.1	Fuentes y tipos de GEI	7
2.2.2	Emisiones generadas en la producción y consumo de electricidad	11
2.2.2.1	Electricidad de origen de hidrocarburos	12
2.2.2.2	Electricidad de origen hidroeléctrica	14
2.2.3	Emisiones de GEI a partir del consumo de gas natural	15
2.2.4	Emisiones de GEI generados por residuos	17
2.3	Respuestas ante el Cambio Climático	19
2.3.1	La adaptación frente al Cambio Climático	20
2.3.2	La mitigación en el Cambio Climático	23
2.3.3	Acciones Nacionalmente apropiadas de Mitigación (NAMAs)	25
2.4	Estrategias de mitigación utilizadas ante el Cambio Climático	27
2.5	Programas de Carbono Neutro	36
2.5.1	Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol)	38
3	Antecedentes	40
3.1	Generalidades de la ubicación de Dawson College en Montreal, Canadá	40
3.2	Generalidades e historia de Dawson College	41
3.3	Marco de proyectos de sustentabilidad en Dawson College	42
4	Justificación	49

5	Hipótesis	50
6	Objetivos	51
6.1	Objetivo general	51
6.2	Objetivos particulares	51
7	Metodología	52
8	Resultados y Discusión	55
8.1	Resultados de la compilación de datos de consumos y emisiones en Dawson College	55
8.1.1	Resultados de la compilación de datos de consumos en Dawson College	55
8.1.2	Compilación de datos de emisiones de CO ₂ en Dawson College	61
8.2	Resultados de las estrategias empleadas en Dawson para reducir emisiones y CO ₂	66
8.2.1	Resultados de la búsqueda de estrategias empleadas en Dawson para reducir las emisiones a la atmósfera	66
8.2.1.1	Empleo de estrategias de ahorro energético en Dawson College desarrollado por la empresa Johnson Controls	66
8.2.1.2	Residuos mandados a valorización para reciclaje	69
8.2.1.3	Implementación de Compostaje en Dawson College	71
8.2.1.4	EcoCorner como estrategia para valorizar residuos y ayudar a la sociedad	72
8.2.1.5	Conservación de áreas verdes en Dawson College	75
8.2.2	Resultados del análisis de reducción de CO ₂ con estrategias actuales en Dawson College (Total de CO ₂)	76
8.2.2.1	Resultados de la obtención de toneladas de CO ₂ dejado de emitir por las estrategias ya implementadas	76
8.2.2.1.1	Emisiones evitadas por estrategias de Johnson Controls	76
8.2.2.1.2	Emisiones evitadas por residuos enviados a reciclaje	79
8.2.2.1.3	Emisiones evitadas por el proyecto EcoCorner	81
8.2.2.1.4	Emisiones evitadas por conservación de áreas verdes	82
8.2.2.2	Resultados del balance de Carbón emitido y Carbón dejado	83

emitir

8.3	Resultados del diseño de estrategias para la reducción de emisiones de CO2	84
8.3.1	Plantación de árboles	84
8.3.1.1	Cálculos y viabilidad del diseño de la alternativa propuesta	85
8.3.2	Celdas fotovoltaicas	88
8.3.2.1	Cálculos y viabilidad del diseño de la alternativa propuesta	88
8.3.3.	Gestión Integral de los Residuos en el Dawson College	92
8.3.3.1	Desarrollo y viabilidad del diseño de la alternativa propuesta	94
8.3.4	Cambio de sistemas de calefacción (cambio de equipos de gas natural por eléctricos)	97
8.3.4.1	Desarrollo y viabilidad del diseño de la alternativa propuesta	98
8.3.5	Registro y cuantificación de otras fuentes de GEI	100
9	Conclusiones	102
10	Perspectivas	103
11	Bibliografía	105
12	Anexos	114
12.1	Anexo A. Política de sustentabilidad de Dawson College	114
12.2	Anexo B Datos históricos de consumo del Dawson College	116
12.3	Anexo C. Marco de evaluación sustentable y metas desempeñadas del Dawson College	118
12.4	Anexo D. Indicadores de impacto del programa de plantación de árboles de la organización Taking root	126
12.5	Anexo E. Cálculos de emisiones	134
12.6	Anexo F. Plataforma de Conversión a Carbono Neutro	139
12.7	Anexo G Pruebas estadísticas.	140

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la humanidad, la industrialización y el desarrollo económico basado principalmente en un modelo capitalista de consumo-desecho ha ido creciendo de manera desmedida en los últimos siglos. Cada vez las sociedades modernas en muchos de los países del mundo buscan una “calidad de vida” que va relacionada más con la cantidad de posesiones, moda, tecnologías, vehículos, casas, ingresos, viajes entre otras cosas, más que con una vida saludable, sin estrés, disfrutando de un aire limpio, un agua potable, ecosistemas sanos, o algo que tenga relación con la sustentabilidad.

Desde la revolución industrial, los procesos de producción y el desarrollo de maquinarias e industrias ha ido en aumento no solo en cantidad sino en la diversidad y complejidad de procesos y productos desarrollados, esto ha hecho que la humanidad tenga grandes avances y un llamado desarrollo de la humanidad, con mayores tecnologías y productos de vanguardia, sin embargo, lograr esto ha comprometido seriamente el capital natural, ya que en pos de este desarrollo industrial-tecnológico-humano se han ocupado en desmedida los recursos naturales del planeta.

Como ejemplo de estas afectaciones, se tiene que se ha explotado de sobremanera el agua, no sólo afectando la cantidad del agua disponible, sino que también se ha afectado su calidad, al desechar el agua residual de los procesos o servicios con contaminantes cada vez más recalcitrantes afectando los cuerpos receptores o los procesos de depuración naturales o antropogénicos. Otro ejemplo, es la extracción de materia prima (obtenida principalmente de los recursos naturales como los hidrocarburos, la madera, los minerales, o el agua) para la elaboración de los productos de consumo, que al acabar su vida útil son desechados en los ecosistemas, tiraderos a cielo abierto o en rellenos sanitarios, que en cualquiera de estas situaciones los residuos generados en su proceso de descomposición generan biogases (CO_2 y CH_4 principalmente), lixiviados y daños a la biodiversidad que afectan al ambiente. Otro ejemplo es la cantidad de combustibles obtenidos de los hidrocarburos, gas natural o biomasa que se ocupan para satisfacer necesidades

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

energéticas de las viviendas, comercios, industrias y transportes, esta generación y consumo de energía es uno de las principales causas de emisiones de contaminantes del aire.

Los contaminantes atmosféricos generados en los procesos de tratamiento de las aguas residuales, los biogases generados por los residuos, y los gases emitidos por el uso y generación de energéticos, así como aquellos generados por actividades como el cambio de uso de suelo, la deforestación, entre otras, son en su mayoría considerados como los gases de efecto invernadero (GEI) y estas actividades son consideradas como las principales causantes de la generación de estos gases.

Los GEI (CO₂, CH₄, NO_x, entre otros) han sido estudiados y reportados como los gases que favorecen el calentamiento de la atmósfera y con ello, como los gases que originan el cambio climático; Este fenómeno ha traído grandes consecuencias desfavorables no solo para la humanidad sino para todos los ecosistemas, poniendo en riesgo la diversidad del planeta y su equilibrio. Hoy en día los efectos del cambio climático más relevantes son sequías intensas y aumento extremo en la temperatura en algunas regiones del planeta, y en otras inundaciones y fenómenos meteorológicos de mayor intensidad como ciclones de gran magnitud, tormentas de nieve y fríos extremos. Por otra parte, los ciclos naturales de floración, nacimiento de biodiversidad y reproducción también se han visto afectados por este fenómeno, ha habido desplazamiento de especies, de cultivos y de estaciones del año. Han ido en incremento los vectores de enfermedades como el dengue, que por las altas temperaturas ha ampliado su región de esparcimiento, lo que vulnera la salud de la población; otros efectos muy conocidos son el derretimiento de los glaciares, la muerte de los corales en los océanos y los fenómenos meteorológicos de mayores magnitudes; estos son solo unos ejemplos de las consecuencias del Cambio Climático.

El Cambio Climático ha sido un tema de relevancia mundial a tal grado que se han establecido protocolos y acuerdos internacionales (como el Protocolo de Kioto y Acuerdos de París) para establecer responsabilidades, estrategias y compromisos de los países participantes para lograr metas en común como la reducción de la emisión de los GEI en cada nación.

Esta responsabilidad de prevenir, mitigar o compensar las emisiones de los GEI, no solo recae en los gobiernos, sino en todos los sectores productivos, de servicios, transporte, el académico y la sociedad; si cada actor toma su responsabilidad, implementa proyectos, iniciativas y hace sinergias para buscar un bien común, se lograría disminuir los GEI generados y con ello hacer retroceder o al menos atenuar los efectos del cambio climático

En la implementación de estas medidas de adaptación y mitigación de GEI, el sector académico tiene una gran responsabilidad y una gran oportunidad para ser ejemplo y poder desarrollar las competencias de los alumnos en formación, ya que se puede potenciar proyectos e ideas que contribuyan con las acciones que afronten el Cambio Climático. Muchas escuelas en México y en el mundo entero han apostado por la implementación de programas ambientales y acciones sustentables que cuiden los recursos naturales, creen conciencias para valorarlos y cuidarlos, incluso han implementado tecnologías que permiten reducir el impacto ambiental generado por las acciones propias de las instituciones.

Muestra de ello es el Dawson College, ubicado en Montreal, Canadá, que desde hace más de una década ha ido sumando esfuerzos por incentivar a alumnos y profesores para transformar al colegio en un *Campus Vivo* donde se refleja el compromiso social y ambiental de la comunidad por el cuidado del ambiente; en este colegio se han implementado no sólo acciones dentro del campus, sino que ha extendido su alcance hasta instituciones académicas como las de México a través del proyecto de Planteles Educativos Sustentables.

Conscientes de la problemática generada por el Cambio Climático, su origen y consecuencias, así como la importancia de la implementación de estrategias que permitan contribuir con el retroceso de este fenómeno mundial, el Dawson College ha establecido un compromiso por ser *Carbono Neutro*, por lo que ha tratado de disminuir su huella de carbono a través de cambios en sus patrones de consumo y desecho de residuos, implementación de equipos y tecnologías que permiten un menor consumo de combustibles, así como también ha puesto en marcha acciones

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
que permitan compensar las emisiones generadas como la plantación de árboles, compostaje y otros.

Este trabajo consiste en recuperar los registros de consumos de energía eléctrica, consumo de combustibles y generación de residuos principalmente, esto para conocer la huella de carbono que tiene el Dawson College, con ello se conocerá las toneladas de CO₂ emitidas al ambiente, también es necesario calcular y conocer las toneladas de CO₂ evitadas o mitigadas por las acciones sustentables implementadas desde hace algunos años por el colegio como la composta, residuos mandados a reciclaje, eficiencias energéticas, entre otros. Estas toneladas de CO₂ contabilizadas, tanto las emitidas como las evitadas, permitirán hacer un balance de carbono que dé como resultado el número de toneladas de CO₂ que aún faltan por mitigar y para lo cual será necesario diseñar estrategias que permitan lograr reducir o compensar el 100 % del carbono emitido, llevando al colegio a ser *Carbono Neutro*.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CAMBIO CLIMÁTICO

2.1.1 Definición y concepto

Durante las últimas décadas, se han presenciado las variaciones de temperatura a nivel global que han afectado principalmente al ambiente y a la humanidad, creando condiciones catastróficas en el clima, y como consecuencia los incrementos y decrementos de la temperatura que provocan impactos en el ambiente. Estas variaciones de clima en el planeta, se efectúa naturalmente en forma de interacciones entre la atmósfera, océano y el suelo, así como de la cantidad de radiación solar incidente en la Tierra; pero por otro lado las acciones humanas han propiciado su aceleración alterando la composición de la atmósfera. A estas modificaciones del clima presentadas en un periodo largo de tiempo se le conoce como Cambio Climático (NOAA National Weather Service, 2007).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ha definido al Cambio Climático, en su artículo 1, como una “variación del clima” atribuido por efectos antropogénicos de forma directa o indirectamente que afectan a la atmósfera y se integra con la variabilidad del clima de forma natural, lo que es observado durante un periodo largo de tiempo (IPCC, 2014).

La tendencia de un cambio de clima ha propiciado efectos adversos y no solo nuevos problemas ambientales en la composición de la atmósfera, si no, estrés en la sociedad, por lo que en la actualidad es un tema de preocupación y representa un desafío para el empleo de acciones de mitigación y adaptación (UNEP, 2014).

2.1.2 Origen y consecuencias del Cambio Climático

La evidencia que ha dejado el Cambio Climático es cada vez más clara y persistente, debido a los impactos en los sistemas naturales y humanos. La era pre-industrial ha sido un suceso en la historia que representó la causa primaria del aumento de las emisiones de “Gases de Efecto Invernadero (GEI)” (IPCC, 2014), teniendo en cuenta las emisiones que aún se siguen generando a la atmósfera por la quema excesiva de combustibles fósiles y el cambio de uso de suelo.

Los gases de efecto invernadero más conocidos son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y los dióxidos de nitrógeno (N_2O) que incrementan la concentración de calor en el planeta, y se suman con el calor proveniente del sol que permanece atrapado en la atmósfera en lugar de ser irradiando hacia el exterior. Ésta acumulación de calor es la principal causa de este fenómeno natural conocido como Efecto Invernadero, sin embargo, aunque estos gases existen de forma natural, las actividades antropogénicas en donde se generan también estos tipos de gases, por ejemplo el empleo de combustibles fósiles, en los últimos siglos han ido en incremento por lo que los llamados GEI, también son emitidos en concentraciones mayores y por ende el aumento de la temperatura también incrementa y con ello cambia la temperatura global (UNFCCC, 2007).

Actualmente la concentración del dióxido de carbono (CO_2) se ha visto en aumento, desde el siglo XVIII con una presencia de 280 ppm y en el año 2015 con aproximadamente 400 ppm; por lo que el aumento anual es de 2 ppm y no se observa disminución alguna, de acuerdo al Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), un aumento de 480 ppm provocaría un aumento de 2°C que provocaría devastaciones a nivel mundial (IPCC, 2007; Schellnhuber, 2009 en Vergara *et al.*, 2016).

Debido a la variación de temperatura en el planeta se han desencadenado diferentes fenómenos que han impactado el ambiente; el incremento en la temperatura en diversas regiones del planeta ha provocado aumento en los niveles del mar por el derretimiento de los glaciares, causando inundaciones e incluso alteraciones en los sistemas hidrológicos, lo que afecta directamente a los recursos hídricos en términos de calidad y cantidad; por otra parte el cambio climático también ha provocado sequías y cambios en los patrones de lluvia, lo que conlleva también a la erosión del suelo (IPCC, 2014; Shah, 2015).

Pero los efectos del Cambio Climático no solo se reflejan en la temperatura y en el ciclo hidrológico, sino que estos cambios también afectan directa e indirectamente a la biota del planeta; muchas especies de flora y fauna han modificado su distribución geográfica debido al cambio de temperatura, o han variado sus actividades

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

estacionales, pautas migratorias o incluso se han visto afectadas en su densidad por los cambios en el clima presentados, las redes tróficas también se han visto afectadas por los cambios estacionales ya que en los últimos años se ha adelantado la floración y fructificación, mientras que la eclosión o nacimiento de insectos y aves se da posterior, por lo que se presentan tasas de mortalidad importantes (IPCC, 2014).

Para el humano también ha representado varias afectaciones ya que ha tenido que enfrentar la escasez de agua, calores intensos o inundaciones que pueden afectar su patrimonio o sistema productivo. Por ejemplo se tiene registrado que los cambio del clima han afectado el rendimiento de cultivos de trigo, maíz, arroz y soja (IPCC, 2014), lo que motiva a la investigación y aplicación de cultivos de mayor resistencia a condiciones extremas, o niveles mayores de producción.

En cuestión de afectaciones a la salud, la Organización Mundial de la Salud ha mencionado que el Cambio Climático influye en las condicionantes sociales y ambientales relacionadas a la salud, como la calidad del aire y agua (que tan limpio), alimentos suficientes o vivienda segura. Las olas de calor (temperaturas extremas) han contribuido directamente con personas, principalmente de la tercera edad, por ejemplo la ola de calor ocurrida en 2003 en Europa con la que se registraron más de 70 mil muertes. Las Altas temperaturas en la atmósfera también traen como consecuencia altos niveles de contaminantes secundarios que agudizan enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como las alergias y el asma (OMS, 2016).

2.2. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

2.2.1 Fuentes y tipos de GEI

Las preocupaciones que se tienen actualmente por el Cambio Climático son alarmantes, debido a que se le atribuye al exceso de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que se acumulan en la atmósfera impidiendo que salgan y por ende se queden atrapados. Los GEI por otro lado son gases esenciales para la vida, puesto que en la Tierra se producen de forma natural y permiten que parte del calor (radiación infrarroja) se quede en la atmósfera y se logre calentar el planeta a una temperatura global de al menos 15°C, a diferencia de una temperatura de -18°C de no contar con

estos gases que envuelven a la Tierra (Colque, 2007). El problema mundial es el exceso de la concentración de estos gases en la atmósfera que en lugar de tener una regulación en todo el planeta, aumenta la temperatura global provocando un cambio en el clima.

Los GEI pueden dividirse en directos e indirectos, los GEI directos son los que inducen directamente el forzamiento radiativo y el calentamiento global, entre estos gases está el CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y los SF₆. Los GEI indirectos son los que contribuyen indirectamente al forzamiento radiativo por medio de su impacto en la química atmosférica (ya que se altera la formación de GEI directos o se forman aerosoles), ejemplo de estos GEI son los NO_x, el CO, el SO₂, el O₃, y los compuestos orgánicos volátiles (diferentes al CH₄) (Ortiz-Hernández *et al.*, 2013).

En las últimas décadas han surgido diversos acuerdos entre algunos países ante esta crisis ambiental, desde el protocolo de Kyoto en 1998, en donde como primer paso se planteaba la reducción de las emisiones a la atmósfera como una responsabilidad en común entre los países, principalmente los industrializados y alentar a los demás para tomar parte ante la disminución de los seis gases principales que son (Naciones Unidas, 1998):

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido nitroso (N₂O)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆)

Existen diversas fuentes de GEI que son todos aquellos sectores de donde provienen estas emisiones, como lo marca el Anexo A del Protocolo de Kyoto en donde se muestran los diferentes sectores iniciando con la quema de combustibles en el sector energético y en la industria que son las principales fuentes de emisiones de GEI (Tabla 2.1) (Naciones Unidas, 1998):

Tabla 2.1. Categorías de los sectores de emisión de GEI de acuerdo al Anexo A del Protocolo de Kyoto (Naciones Unidas, 1998).

Sectores	Categorías de fuentes
Energía	● <i>Quema de combustible</i> ○ Industrias de energía ○ Industria manufacturera y construcción ○ Transporte ○ Otros sectores ○ Otros ● <i>Emisiones fugitivas de combustibles</i> ○ Combustibles sólidos ○ Petróleo y gas natural ○ Otros
Procesos industriales	● <i>Productos minerales</i> ● <i>Industria química</i> ● <i>Producción de metales</i> ● <i>Otra producción</i> ● <i>Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre</i> ● <i>Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre</i> ● <i>Otros</i>
Utilización de disolventes y otros productos Agricultura	● <i>Fermentación entérica.</i> ● <i>Aprovechamiento del estiércol.</i> ● <i>Cultivo del arroz.</i> ● <i>Suelos agrícolas.</i> ● <i>Quema prescrita de sabanas.</i> ● <i>Quema en el campo de residuos agrícolas.</i> ● <i>Otros.</i>
Residuos	● <i>Eliminación de residuos sólidos en la tierra.</i> ● <i>Tratamiento de las aguas residuales.</i> ● <i>Incineración de residuos.</i> ● <i>Otros.</i>

De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), el sector de mayor generación de GEI a nivel mundial es el sector energético, seguido por el sector agrícola y los procesos industrializados; De estos GEI el gas con mayor porcentaje de emisión es el dióxido de carbono, reportado con un 90%, seguido por el metano con un 9% y el N₂O con menos del 1% (IEA, 2015) (Figura 2.1).

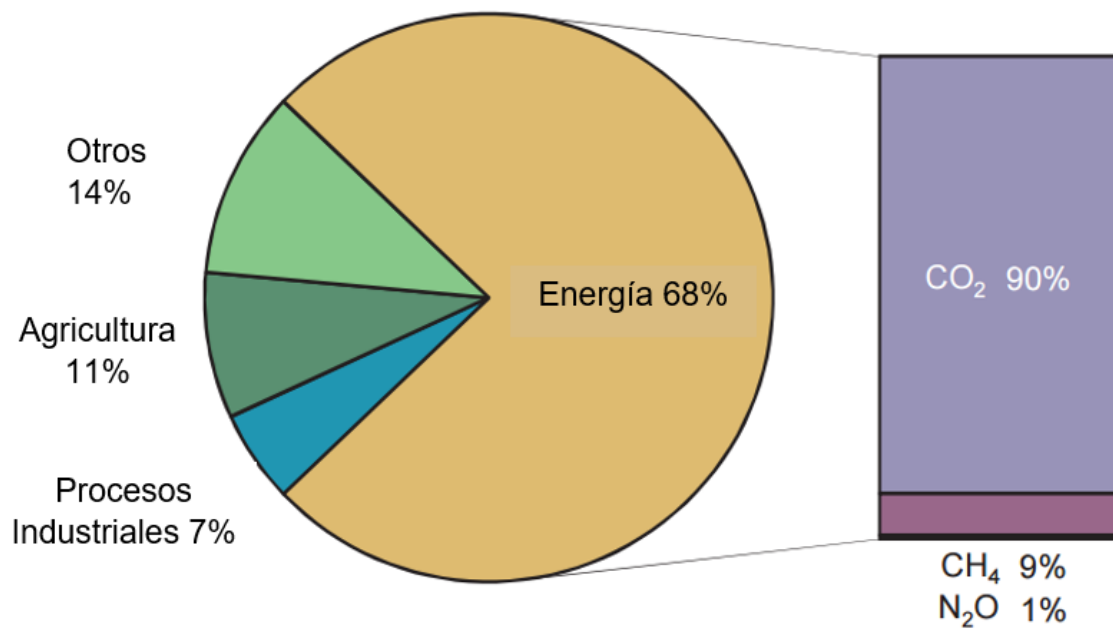


Figura 2.1. Generación de GEI por sector (IEA, 2015).

Los diferentes GEI generados en los sectores mencionados anteriormente tienen un impacto diverso, ya que el periodo de tiempo que permanecen en la atmósfera o la forma interacción es diferente, lo que desgasta y afecta al ambiente en proporciones distintas. A la medida del calentamiento de un gas de efecto invernadero en la atmósfera se le llama Potencial de Calentamiento Global (PCG) (Asturias, 2006). Algunos gases tienden a permanecer por más tiempo en la atmósfera y otros menos, para tener esta comparación el PCG expresa el potencial de calentamiento con respecto al gas de referencia como lo es el dióxido de carbono el cual su PCG es 1, a diferencia del metano que contribuye 21 veces al calentamiento global (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. Características de los GEI considerados en el Anexo A del Protocolo de Kioto
(Finanzas Carbono, 2016)

Gas	Potencial de Calentamiento Global (relativo al CO ₂)	Vida media (años)	Origen
Dióxido de carbono: CO ₂	1	50 a 200	Quema de combustibles fósiles y de biomasa, incendios forestales, etc.
Metano: CH ₄	21	12 ± 3	Cultivo de arroz, producción pecuaria, residuos sólidos urbanos, emisiones fugitivas, etc.
Óxido nitroso: N ₂ O	310	120	Cultivo de arroz, producción pecuaria, residuos sólidos urbanos, emisiones fugitivas, etc.
Perfluoro-carbonos: PFCs	6,500 a 9,200	2,600 a 50,000	Refrigerantes, producción de aluminio, solventes, aerosoles, producción y uso de halocarbonos, etc.
Hidrofluoro-carbonos: HFCs	140 a 11,700	1.5 a 264	Refrigeración, extinguidores, petroquímica, solventes en producción de espumas, aerosoles, producción y uso de halocarbonos.
Hexafluoruro de azufre: SF ₆	23,900	3,200	Refrigerantes industriales, transformadores en redes de distribución eléctrica, producción de aluminio, magnesio y otros metales, producción y uso de halocarbonos

2.2.2 Emisiones generadas en la producción y consumo de electricidad

El sector energético desde tiempo atrás ha significado un parte aguas para las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por aquellos que gases que se generan a partir una combustión. Actualmente la producción y generación de energía representan dos terceras partes de las emisiones totales de estos gases, por lo que algunos países se han visto envueltos en encontrar soluciones para lidiar con esta situación (Olade, 2016). En su mayoría en el sector energético, se emite dióxido de carbono, pero también son emitidas en pequeñas cantidades el metano y óxidos de nitrógeno.

Estos GEI se liberan en los procesos de combustión de diferentes materiales como lo son los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) o incluso la biomasa (EPA, 2014). El impacto directo hacia la atmósfera se realiza desde las etapas de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. La generación consiste en la producción de la electricidad a partir de materiales en los que se aprovecha su poder calorífico o de otros tipos de procesos que liberan energía como la combustión. Por su parte la transmisión consiste en el transporte de la energía eléctrica desde donde se produce, como las centrales eléctricas, hasta los centros de distribución; Y la distribución consiste en el paso de la energía eléctrica hasta su destino final mediante procesos intermedios como lo son las estaciones eléctricas y transformadores. La mayor parte de las emisiones a la atmósfera en América del Norte se dan en la etapa de generación de la energía eléctrica, pero de manera global 35% de las emisiones de GEI en el 2010, provinieron a partir del sector energético (Statham *et al.*, 2014).

Existen varias tecnologías para la obtención de la energía eléctrica, la generación de energía eléctrica a partir de fuentes fototérmicas, nucleares e hidroeléctrica son consideradas como fuentes limpias con respecto a emisiones a la atmósfera. Sin lugar a duda, Canadá es uno de los países que tiene un alto potencial hidrológico debido a que su localización geográfica le permite ser rico en agua y aprovecharla para generar electricidad y emitir menos GEI que otros países. Sin embargo, muchas veces suele ser insuficiente la generación de electricidad para satisfacer la demanda y se hace necesario la utilización de fuentes fósiles como combustible primario (CCA, 2011).

2.2.2.1 Electricidad de origen de hidrocarburos

La obtención de electricidad a partir de la quema de combustibles fósiles ha sido uno de los procesos de generación más importantes durante el siglo XX. Reportes de la *World Energy Outlook* (2008), mencionan que el 80% del consumo de energía mundial se obtenía a partir de los hidrocarburos, en el caso de la electricidad el 60% se generaba a partir de estos, el 16% de fuentes nucleares y el resto de las hidroeléctricas lo que significa menos de un tercio.

Para el caso de América del Norte, de acuerdo a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) y la Agencia Internacional de Energía (IEA), los

combustibles fósiles representan la principal fuente de energía como generación de electricidad, dentro de los tipos de combustibles usados en las centrales eléctricas en América del Norte son: el carbón, combustóleo y el gas natural y entre otros en menor cantidad como el gas licuado de petróleo (gas LP), diesel y coque. Sin embargo, la producción de electricidad a partir de estas fuentes fósiles ha sido controversial por la alta generación de emisiones a la atmósfera, desde contaminantes como los óxidos de azufre, partículas suspendidas, así como de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) que como gases de efecto invernadero contribuyen con el calentamiento global (Tabla 2.3) (CCA, 2011).

Tabla 2.3 Emisiones totales y tasas de emisión principales GEI generados por centrales eléctricas en América del Norte en 2005 (CCA, 2011).

Contaminante	Canadá		México		Estados Unidos		América del Norte
	Emisiones Tg CO ₂ -eq	Tasa de emisión t CO ₂ -eq/MWh	Emisiones Tg CO ₂ -eq	Tasa de emisión t CO ₂ -eq/MWh	Emisiones Tg CO ₂ -eq	Tasa de emisión t CO ₂ -eq/MWh	Emisiones Tg CO ₂ -eq
CO ₂	121.3	0.90681	117.7	0.6505	2419.5	0.81533	2658.5
CH ₄	0.1	0.00046	0.05	0.0003	0.7	0.00024	0.8
N ₂ O	1.1	0.00954	0.54	0.0030	11.0	0.00370	12.6
TOTAL	122.4	0.91531	118.3	0.65378	2431.2	0.81927	2671.9

Nota: Debido al redondeo, los totales pueden variar ligeramente.

La producción de electricidad por hidrocarburos con el paso del tiempo se ha visto incrementada, en el sentido que la infraestructura tecnológica ha ido cambiando y es diferente para cada país. La tecnología utilizada se basa en los procesos de combustión de la materia prima, en donde es dependiente del tipo del contenido energético del combustible, es decir, su poder calorífico para la producción de electricidad, es por ello que la generación de contaminantes atmosféricos es variada, dependiendo del combustible utilizado (UNFCCC, 2013).

Los diferentes sistemas de generación de electricidad y más comunes para América del Norte son las turbinas de vapor, de gas y los motores de combustión interna, ciclo combinado y los sistemas de cogeneración (térmica y eléctrica) que han sido capaces

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

de satisfacer las demandas de la región. En términos de las emisiones que procedentes de estas tecnologías a base de combustibles fósiles, las centrales eléctricas además de los GEI, generan compuestos orgánicos volátiles (COV) y semivolátiles (COS); en el 2005, las emisiones de gases de efecto invernadero para América del Norte constituyeron el 6% de las emisiones mundiales (CCA, 2011).

2.2.2.2 Electricidad de origen hidroeléctrico

La generación de energía eléctrica por medio de las hidroeléctricas ha sido una de las formas aprovechamiento de un recurso natural, puesto que toma ventaja de los cuerpos de agua y su caída (Figura 2.2), por lo que permite capturar la energía del movimiento del agua mediante turbinas para generación de la electricidad en diferentes regiones del mundo (UCSUSA, 2012).



Figura 2.2 Generación de energía eléctrica en hidroeléctricas (UCSUSA, 2012).

Para el caso de Canadá, gran parte de la electricidad es obtenía a partir de las hidroeléctricas, debido a sus condiciones geográficas que le permiten aprovechar el recurso hídrico. Durante mucho tiempo fue el mayor productor de energía hidroeléctrica, en el 2005 con acceso del 7% del caudal mundial lo que lo llevaba estar entre los diez mayores generadores de electricidad, al llegar a producir 3.4% de la electricidad en todo el planeta a partir de esta fuente. De acuerdo con varias

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
estimaciones realizadas entre los años 2002 y 2005 la capacidad instalada del país de producción de electricidad alcanzaba el 5.7%, la hidroelectricidad incrementó y continuó siendo la principal fuente de generación eléctrica, en donde, aproximadamente el 74% de la electricidad generada, se obtuvo mediante procesos controlados sin emisiones contaminantes a la atmósfera (CCA, 2011).

Sin embargo, a pesar de que la energía hidroeléctrica es considerada como una de las energías renovables de la actualidad, también llega a perjudicar al ambiente en ciertos aspectos, por ejemplo, en la construcción de una planta hidroeléctrica se deforestan e inundan grandes extensiones de terreno, provocando pérdida de biodiversidad, con lo que generalmente es eliminada la vegetación considerada como sumideros de CO₂ (por su captura de este gas) (Fearnside, 2012; Gunkel, 2009).

Por otra parte, a pesar de que las hidroeléctricas son consideradas como sustentables porque representaría una fuente energética libre de emisiones de GEI, la verdad es que las hidroeléctricas también llegan a emitir cantidades significativas de estos gases a la atmósfera, no en la producción pero sí en sus instalaciones, es decir, cuando se construye el depósito o la represa, diferentes partículas de material orgánico quedan depositadas al fondo, las bacterias se encargan de los procesos de descomposición después de cierto tiempo, provocando la generación de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxidos de nitrógeno (N₂O) que muchas veces en forma de burbujas llegan a la superficie y luego a la atmósfera. Se calcula que aproximadamente el 40% de CH₄ y el 70% del CO₂ producidos se deben a este factor. Claramente la generación de gases depende de las diferentes condiciones como la ubicación geográfica, entradas externas de carbono y nutrientes, profundidad de la represa, tamaño, temperatura, entre otros. Después de pasar por el proceso de generación de electricidad por las turbinas llega río abajo, eso significa que la liberación de los gases puede provocar una dispersión de los gases en la interface gas-agua en forma de burbujas hacia el ambiente (Astudillo, 2011; Fearnside, 2012b; Gunkel, 2009).

2.2.3 Emisiones de GEI a partir del consumo de gas natural

Recientes avances tecnológicos han propiciado el gran avance en el consumo del gas natural, debido a que es un combustible fósil considerado como el menos contaminante, puesto que tiene un impacto menor hacia el ambiente, comparado con los demás, en su proceso o ciclo de vida, es decir, la extracción, generación, transporte y en su consumo. El gas natural emite aproximadamente entre el 50 y 60% menos CO₂ en una planta generadora de energía en comparación con las emisiones de una planta típica de carbón (C2ES, 2013).

La combustión del gas natural es más limpia a diferencia de otros combustibles, debido a que produce cantidades insignificantes de azufre, partículas, mercurio, además, su quema no produce óxidos de nitrógeno (NO_x), que son precursores de niebla con humo, pero a niveles más bajos que la gasolina y el diésel que se utiliza para vehículos de motor (UCSUSA, 2013).

Las características propias del gas permite alcanzar una combustión más eficiente y completa a hacer una mezcla más pura con el aire de combustión, lo cual permite tener un menor exceso de aire y evitar impurezas y residuos como emisiones, es por ello que permite además, la utilización de gases de combustión en forma directa o motores de combustión interna (Secretaría de estado de energía, 2016).

Es importante reconocer que no obstante, el gas natural como otros combustibles también genera emisiones a la atmósfera, incluyendo el CO₂ y el CH₄, éste último es su componente principal, el cual es un gas causante del efecto invernadero más potente que el CO₂. Para el caso de América del Norte, algunas centrales de generación de electricidad se han visto incrementadas por el aumento de las tasas de CO₂ en fuentes de hidrocarburos, incluyendo el gas natural (Figura 2.3). En donde no obstante, 16 centrales estadounidenses generan más emisiones de CO₂ que México y Canadá, lo cual representa un problema ambiental por ser países colindantes (CCA, 2011).

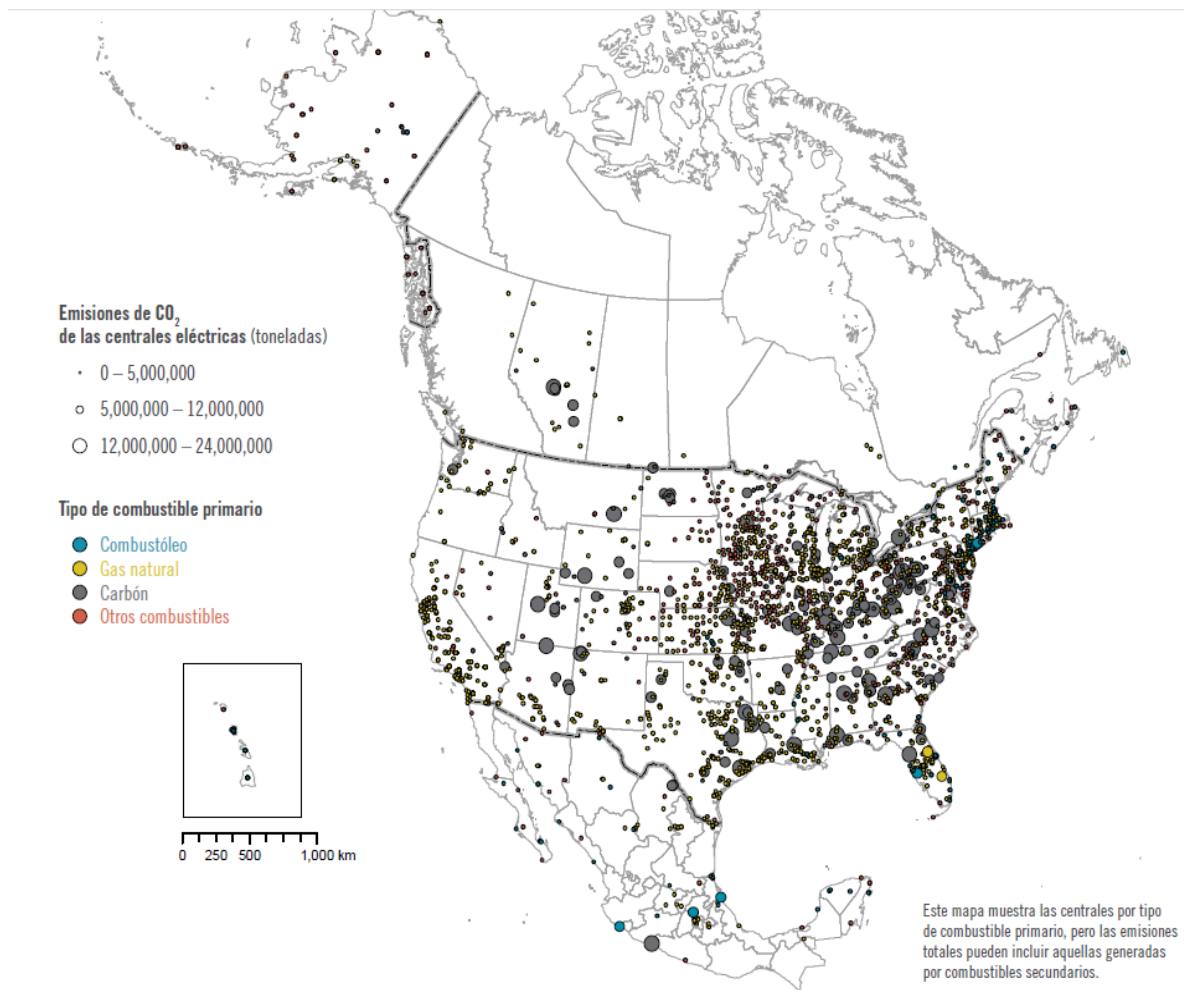


Figura 2.3. Distribución de las fuentes de emisión de CO₂ atribuibles a las centrales eléctricas en América del Norte, 2005 (CCA, 2011).

2.2.4 Emisiones de GEI generados por residuos

El modelo de desarrollo económico, así como el crecimiento de la población en los últimos siglos, son de las causas principales en el aumento y variedad de los residuos generados por la sociedad moderna, lo que ha tenido un gran impacto en el ambiente, sobre todo si se contempla el ciclo de vida de los productos, es decir el impacto ocasionado por un producto desde la extracción de las materias primas, su manufactura, transporte, consumo y desecho, siendo de esta forma que al convertirse en un residuo es necesario un manejo adecuado, lo cual no siempre de esta forma (Ortiz-Hernández et al., 2013).

Diferentes registros de inventarios de emisiones a nivel mundial revelan que el sector de residuos genera entre el 3 y 4% de las emisiones de GEI totales por acciones antropogénicas (EPA, 2013). Su importancia radica en la problemática que su inadecuado manejo ha ocasionado, al tener una disposición en sitios no controlados (Figura 2.4), que dañan directamente el suelo, agua, aire y la salud.



Figura 2.4. Emisión de GEI por residuos (Linares, 2011)

Un relleno sanitario es un sitio en donde se disponen los residuos sólidos urbanos, industriales, de comercio, entre otros, en donde están depositados (enterrados) en grandes cantidades, a simple vista se representaría como un biorreactor en donde se desprenden gases y líquidos (lixiviados) dependiendo del tipo de residuos y características (Tabla 2.4).

Los residuos sólidos urbanos, como mezcla heterogénea de materiales como el papel, cartón, vidrio, metal y materia orgánica (por ejemplo restos de alimentos, vegetales, cárnicos y podas), llegan a someterse a procesos de descomposición tanto aeróbico como anaeróbico lo que causa como resultado algunos biogases, entre ellos el CO_2 y el CH_4 considerados como GEI; las emisiones de CH_4 procedentes de los rellenos sanitarios se consideran generalmente como la causa principal de impacto climático en el sector de residuos (CEGESTI, 2014).

Tabla 2.4. Características necesarias para la emisión de gases de los residuos en los rellenos sanitarios (Colmenares y Santos, 2007)

Característica	Descripción
Composición	Mayor cantidad de materia orgánica como restos de comida generará biogás con mayor velocidad.
Contenido de humedad	Parámetro determinante en los rellenos sanitarios, debido a que permite el aumento y aceleración del proceso de descomposición para la generación de biogás.
Nutrientes	La cantidad de nutrientes determinará el incremento de los organismos anaeróbicos, teniendo en cuenta que el proceso se acelera con la presencia de excrementos, agregando humedad al medio.
Mezcla	Al mezclar se logra mayor contacto entre los organismos anaeróbicos para que tomen su fuente alimenticia.
Cobertura	Tener cobertura de la superficie de forma periódica permite condiciones anaerobias para la generación de biogás, permitiendo la degradación eficiente.
Compactación	La compactación genera mayor contacto con la humedad y alimento, así como la expulsión de oxígeno acelerando el proceso de degradación.

2.3 Respuestas ante el Cambio Climático

Las consecuencias que han surgido por el cambio climático han propiciado que durante varios años, desde que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se firmará por primera vez en Río de Janeiro en 1992, se hayan realizado varios esfuerzos dirigidos por diferentes gobiernos de diversos países para tratar de contribuir colectivamente para mitigar estos problemas. Sin embargo, estas acciones han caminado muy lentamente, se han planteado acciones tanto de adaptación como de mitigación; en la adaptación se proyecta la necesidad urgente de cambios estructurales en muchos lugares donde se están sintiendo los efectos adversos del cambio climático, como también se ha requerido de medidas de

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
mitigación consideradas como urgentes, pero éstas se consideran a nivel global y a una escala a más largo plazo.

En este tenor la adaptación como la mitigación son necesarias para estar en línea con el desarrollo sustentable. Se entiende generalmente que los patrones actuales de desarrollo no puede sostenerse, pero es mucho menos claro los cambios que son más necesarios y cómo se deben resolver los problemas (Environment Canada, 2008).

2.3.1 La adaptación frente al Cambio Climático

Las acciones frente al cambio climático son ineludibles y necesarias, en el transcurso de la historia, las comunidades se han ido adaptando a los cambios de clima, en toda su variabilidad. De acuerdo a la comunidad científica internacional, hoy, es necesario que todos los países reduzcan de manera unificada sus emisiones de GEI, para evitar que los problemas se agudicen (ENCC 2013).

Ante esta situación resulta necesario la planificación y llamado a la acción de estrategias de adaptación para enfrentar los cambios ambientales no solo de clima, sino también en el manejo de los recursos, y preservar los sistemas humanos y naturales. La adaptación va incorporando acciones que permiten ajustar los sistemas naturales y/o humanos en respuesta a los estímulos del cambio climático, estas acciones abarcan un rango amplio de consideraciones como las físicas, sociales, ambientales, de formación, económicas o de capacitación en los diferentes sectores en el proceso de adaptación.

Esta capacidad de adaptación reduce la vulnerabilidad ante estos cambios ocurridos, requiere de esfuerzos importantes de planeación, logística e ingeniería para la protección o modificación de las actividades y los recursos que pueden verse afectados, lo que representa mayores oportunidades y fortalezas para coordinar entre la sociedad y las instituciones para proteger los recursos naturales y salvaguardar la vida de manera anticipada (Ortiz-Hernández *et al.*, 2013).

Mientras la adaptación se refiere como un ajuste en los sistemas naturales o humanos como respuesta a diferentes estímulos climáticos reales y sus efectos

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá pueden propiciar daños (Figura 2.5); cada vez se reconoce que los progresos actuales por reducir las emisiones a la atmósfera no ocurren con la suficiente rapidez como para evitar los impactos posteriores; es por ello que las naciones y comunidades tienen que estar comprometidos para implementar diversas acciones ante el cambio climático considerando los tipos de adaptación (Environment Canada, 2008) (Tabla 2.5).



Figura 2.5. Necesidad de adaptación ante el Cambio Climático (ENCC, 2013)

Al planificar las estrategias y acciones para aminorar la vulnerabilidad ante el cambio climático, regularmente se piensa en aquellas que son específicamente para reducir los impactos climáticos a los que se está sujeto, es decir, las medidas tecnológicas como: tipos de labranza, conservación de agua, uso de fertilizantes y sistemas de riego; así como de modificación de hábitos en calendarios de siembra, cultivos; en maquinaria e infraestructura: represas, defensas). Usualmente, no se consideran las medidas que incrementan la capacidad de adaptabilidad y reducen su susceptibilidad ante los efectos adversos. En recientes años se han desarrollado opciones de adaptación basadas en restauración ecológica de ecosistemas, que generan una visión más holística del problema climático, fortaleciendo e integrando las capacidades de las comunidades y favoreciendo el desarrollo sustentable. Sin embargo, las acciones de adaptación solo son aptas de forma adecuada para la

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
 región que fueron consideradas y no se cuenta con experiencias suficientes para evaluarlas (CEPAL, 2015).

Tabla 2.5. Tipos de adaptación (Environment Canada, 2008)

TIPO DE ADAPTACIÓN	EJEMPLO	NIVEL DE PARTICIPACIÓN
<i>Anticipado</i>	Diversificación de la eliminación de las lluvias promoviendo el almacenamiento de agua de lluvia, superficies permeables y tuberías de drenaje	Comunidad y personal
<i>Reactivo</i>	Expansión de la infraestructura de drenaje como una forma importante de acomodar eventos de precipitación intensa	Comunidad
<i>Lado de la oferta</i>	Construir depósitos de agua para recoger agua de lluvia	Comunidad y sistemas de producción
<i>Lado de la demanda</i>	Medición de agua para apoyar la conservación del agua	Comunidad y personal
<i>De arriba hacia abajo</i>	Cambiar las normas nacionales, como los códigos de construcción, para hacer frente a los cambios climáticos	Nacional
<i>De abajo hacia arriba</i>	Desarrollar reglamentos comunitarios para regular la construcción de edificios, tales como aumentar el espacio habitable, y aumentar las áreas de superficies permeables para minimizar la presión sobre el sistema de alcantarillado e inundaciones	Comunidad y sistemas de producción
<i>Autónomo</i>	La decisión de los agricultores de cambiar el tiempo y las especies plantadas en función de los cambios climáticos observados	Individual y comunidad
<i>No autónomo (planificado)</i>	Cambios en la asignación de recursos hídricos para garantizar la protección de la biodiversidad, la agricultura y el suministro de agua potable	Comunidad, sistemas de producción e individual

Diversas organizaciones y gobiernos de distintos niveles han desarrollado estos

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

planes y políticas de adaptación para integrarse en contra del cambio climático, por ejemplo, en el continente africano la mayoría de los gobiernos está empleando la gestión de riesgos ante desastres, ajustando tecnologías e infraestructura para tener un enfoque en pro de los ecosistemas, adoptando medidas de salud para tener una menor vulnerabilidad. Por otro lado, en Europa, Oceanía y Asia se han desarrollado políticas integradas para la gestión hídrica en costas, nivel del mar, disponibilidad de agua, así como de la protección ambiental y planificación territorial en cuanto a riesgos por desastres. Y en América la adaptación de los gobiernos para mantener y fomentar la creación de áreas naturales protegidas, conservación de especies e implementación de cultivos resistentes a cambios climáticos, así como la disposición de agua (IPCC, 2014).

Es necesario tener presente que las medidas de adaptación son esencialmente preventivas y pueden ser benéficas a corto y largo plazo; Los escenarios climáticos a nivel general se han planteado, por lo que pueden planearse y establecerse las medidas de adaptación correspondientes considerando las consideraciones sociales, económicas, ambientales de acuerdo a la localidad y a los sectores involucrados (Ortiz-Hernández *et al.*, 2013)

2.3.2 La mitigación en el Cambio Climático

El empleo de las medidas de mitigación tienen una gran importancia hoy en día ya que estas acciones pueden reducir la velocidad con la que aumentan las concentraciones de GEI que actualmente son reportadas, por lo que son consideradas como unas estrategias que permiten reducir el impacto del calentamiento global. La mitigación puede ser considerada como la intervención antropogénica que reduce desde las fuentes la emisión de GEI, o aumentar los sumideros de estos gases, estas acciones deben dar como resultado la reducción del incremento neto de las emisiones de los GEI en un área determinada, por ejemplo a través de la sustitución de combustibles fósiles, modificación de procesos, cambios en los procesos tecnológicos para lograr tecnologías limpias y eficientes (Ortiz-Hernández *et al.*, 2013).

La mayoría de los países está en la búsqueda de un desarrollo económico, pero la idea de que sean sostenibles, también tienen que ir encaminados a la adopción de

medidas que no son tan diferentes a las estrategias de adaptación, es decir, busquen prever, prevenir o reducir al mínimo lo que da origen al cambio climático y atenuar los efectos coadyuvantes. Aquellas acciones potenciales que reduzcan las emisiones a un costo menor, y que tengan el objetivo de ayudar al ambiente como lo es la eficiencia energética (Figura 2.6), el control emisiones de GEI que brindan una oportunidad económica de mitigar compuestos con características tóxicas que contribuyen con el aumento de la temperatura global (ENCC, 2013).



Figura 2.6. Estrategia de mitigación ante el Cambio Climático (Agroempresario, 2016)

Con el mismo fin, estas políticas y acciones de acuerdo a las Naciones Unidas (1992) en la Convención Marco, deben tener en cuenta diferentes aspectos y contextos como lo es el social, económico, ambiental, es decir, ser integrales e incluir la preocupación por disminuir las emisiones de CO₂ y otros GEI procedentes de sus sumideros y depósitos y de esta forma demostrar que los países están tomando iniciativa para modificar sus tendencias a corto y largo plazo colaborar y sumar esfuerzos de las partes interesadas, así mismo ayudar a otras para enfrentar al Cambio Climático.

Las acciones de mitigación no necesariamente implica retirar por completo las actividades, si no, muchas de ellas están relacionadas con el ahorro energético, mediante un uso eficiente de las tecnologías para generar menores costos y evitar derroche de recursos (IERD, 2012), incluso las denominadas “emisiones negativas” mediante la bioenergía y el uso tecnologías que absorban el CO₂ como introducción a

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
la captura y almacenamiento de carbono (Statham *et al.*, 2014). Existen diferentes sectores en los que se pueden aplicar acciones de mitigación (Tabla 2.6).

Tabla 2.6. Sectores de oportunidad para estrategias de mitigación ante el Cambio Climático (IERD, 2012)

SECTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Edificios residenciales, comerciales e institucionales	Se basan en el uso de tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo de energía, como dispositivos más eficientes de calefacción, refrigeración e iluminación, diseño integrado de edificaciones sustentables.
Transporte	Mediante el reemplazo de combustibles fósiles, fomento del uso de bicicletas, reglas organizacionales de tránsito.
Industria	Empleo de tecnologías limpias para producción de electricidad, modificación en los procesos industriales y aumento de eficiencia energética
Sector Agropecuario	Mediante los cambios de hábitos de labranza, reutilización de subproductos, adecuada gestión de riego, menor uso de fertilizantes, producción de biocombustibles.
Gestión de residuos	Gestión Integral de residuos, implementación de políticas que permitan contemplar desde la perspectiva de ciclo de vida e implementación de acción para la reducción, reúso y reciclaje de los residuos. Mejor disposición de los residuos, aprovechamiento del biogás generado en los rellenos sanitarios,
Sector energético	Implica un cambio radical en los modos de generación eléctrica, se requiere una transición hacia las energías renovables (solar, eólica, geotérmica, biomasa, hidroeléctrica).

2.3.3 Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMAs)

Las Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMAs) fueron adoptadas como un mecanismo emergente de mitigación del clima como una oportunidad de acción relacionados a proyectos, estrategias y políticas que contribuyen a la reducción de GEI en diferentes países y de esta forma facilitar el desarrollo de un decremento de carbono (IISD, 2014).

Las NAMAs fueron formalizadas después del Plan de Acción de Bali, celebrado bajo los regímenes de la 13° Conferencia de las Partes en el 2007 como responsabilidades comunes. Dichas Acciones pueden incluir la participación de diferentes sectores y abarcar esfuerzos para disminuir las emisiones mediante la construcción de capacidades, así como la adopción de medidas regulatorias y de incentivos financieros. Debido a su amplia flexibilidad, estas estrategias (Finanzas Carbono, 2008).

Alrededor del mundo, hoy en día, han sido identificadas 138 NAMAs, dentro de las cuales solo 45 han sido registradas (Figura 2.7). Los países que tienen más NAMAs en desarrollo son: México, Serbia, Chile, Colombia y Perú (Arroyo Kuribreña, 2014).

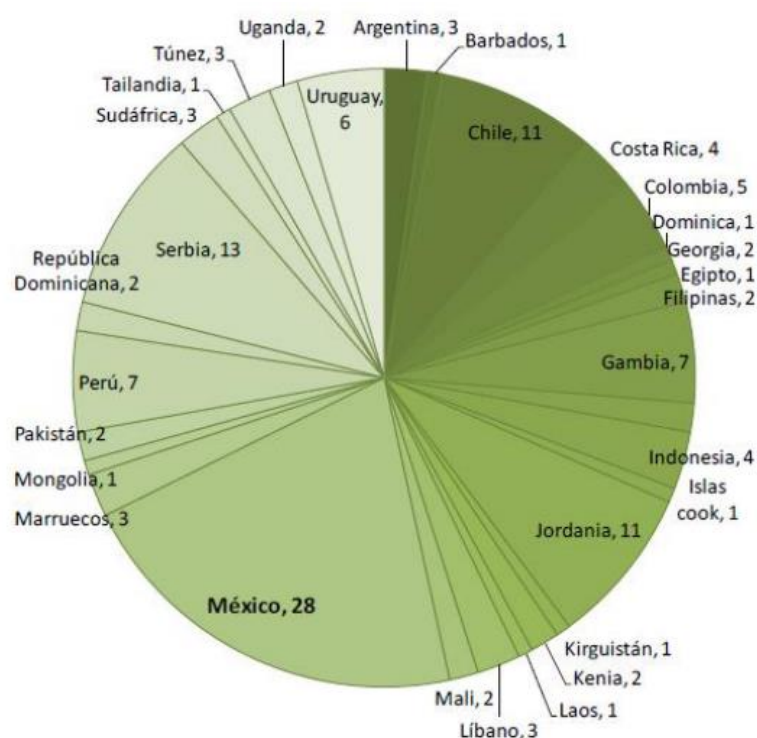


Figura 2.7. NAMAs identificadas mundialmente (Arroyo Kuribreña, 2014).

La preocupación por superar los problemas para la mitigación de GEI, ha llevado a que diferentes países como Canadá, participe en NAMAs junto con México como respaldo en el sector de petróleo y gas natural con el objetivo de reducir las emisiones durante la quema y liberación de gases de combustibles fósiles mediante la transferencia de tecnologías necesarias (Asgarpour, 2013).

2.4 Estrategias de mitigación utilizadas ante el Cambio Climático

Todos los esfuerzos para contrarrestar los efectos del cambio climático son importantes, algunos de ellos con mayores éxitos que otro, para algunos sectores o lugares pueden tener mayor aceptación o aplicación algunas estrategias que otras, o bien en algunos lugares por la vulnerabilidad a la que están expuestos es necesario implementar algunas como prioridad, cualquiera que sea la estrategia, ya sean NAMAs, o de adaptación o de mitigación, lo importante es hacer algo, poner en práctica las medidas pertinentes para cada zona, para cada situación, lo urgente es que a nivel mundial lo que se busca es estabilizar las emisiones, reducirlas de ser posible y salvaguardar la vida y el capital natural.

Dentro de las medidas de mitigación globales más importantes son las siguientes:

❖ Uso de Energías Alternativas Renovables

Una de las estrategias de mitigación de emisiones de GEI es el empleo de energías alternas, como lo son las fuentes de energía renovable, para sustituir las energías convencionales, lo que llevaría a la reducción de los GEI emitidos (Ortiz-Hernández et al., 2013). Actualmente la mayoría de los países a nivel mundial depende de las energías no renovables como los combustibles fósiles para obtener los servicios energéticos y satisfacer sus necesidades básicas y de procesos productivos, sin embargo se está buscando una transición de forma paulatina hacia las renovables (IERD, 2012). El concepto de energías renovables incluye diferentes tecnologías, donde algunas de ellas permiten la generación de electricidad, energía mecánica o térmica para diferentes necesidades energéticas, por ello son de gran utilidad en zonas rurales o urbanas y en procesos de gran tamaño como industriales o bien en el

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
abastecimiento de algunos sectores como el de transporte, entre otros.

Las energías renovables en el 2008, a nivel mundial representó un 12.9% de la generación de energía primaria. De ese porcentaje, la biomasa utilizada representó un 10.2% lo cual fue utilizado en la cocina y calefacción de los hogares de los países en desarrollo; la energía hidroeléctrica representó solo un 2.3%, y las otras fuentes renovables un 0.4% (energía solar directa, eólica, geotérmica, y oceánica), como se muestra en la figura 2.8 (IPCC, 2011).

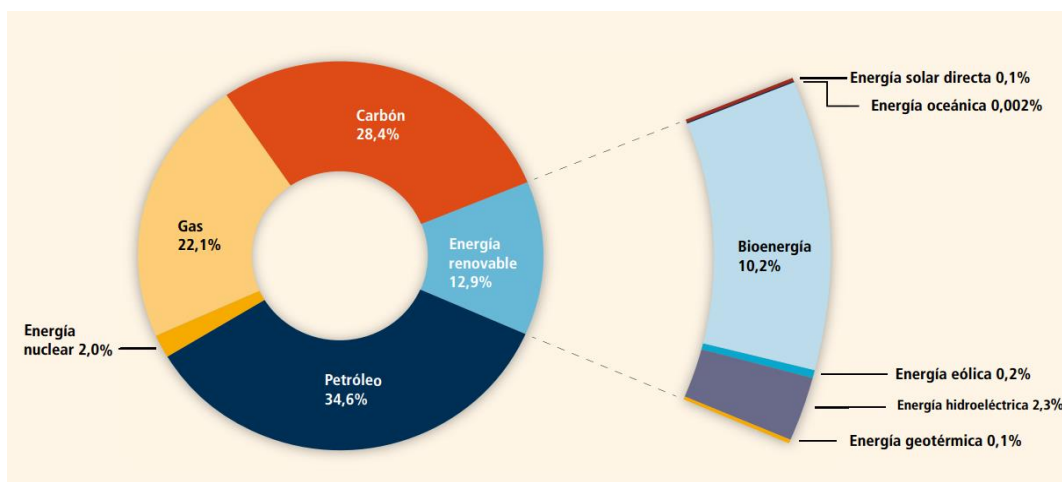


Figura 2.8. Porcentaje de energía primaria mundial en el 2008 (IPCC, 2011).

Sin embargo, la Red de Políticas en Energías Renovables para el Siglo XXI (REN21) en su reporte de energías renovables del 2016, describió que la situación mundial en el año 2015 fue notable debido a la gran incorporación y avances que tuvo la energía renovable, por su gran crecimiento, lo que ha permitido comprobar la rentabilidad de diversas tecnologías, iniciativas políticas para un mejor acceso al financiamiento. En la 21a Conferencia de las Partes celebrada en París en el 2015, los países se comprometieron a incrementar el uso de la energía renovable para reducir sus emisiones, sin embargo hasta el momento no ha impactado lo suficiente en el mercado de energía renovable, pero se encamina hacia una transición energética. En los registros del año 2014, la energía renovable generó 19.2% del consumo total de energía mundial, la bioenergía a través de la biomasa generó 8.9%, mientras que las demás energías renovables contribuyeron con el 10.3% (Figura 2.9).

Las tecnologías de energías renovables, además de necesitar un apoyo directo en las tarifas y cuotas, para poder mejorar su contribución con la reducción de emisiones, requieren de un análisis de las viabilidades económicas, sociales y ambientales. El extender las energías renovables lleva a un incremento en relación a los desafíos con la energía actual, por lo que representaría nuevos escenarios para plantear diseños y soluciones adecuadas, éstas son una base importante para poder hacer frente a la reducción de emisiones por generación de energía (Tabla 2.7) (Statham et al., 2014).

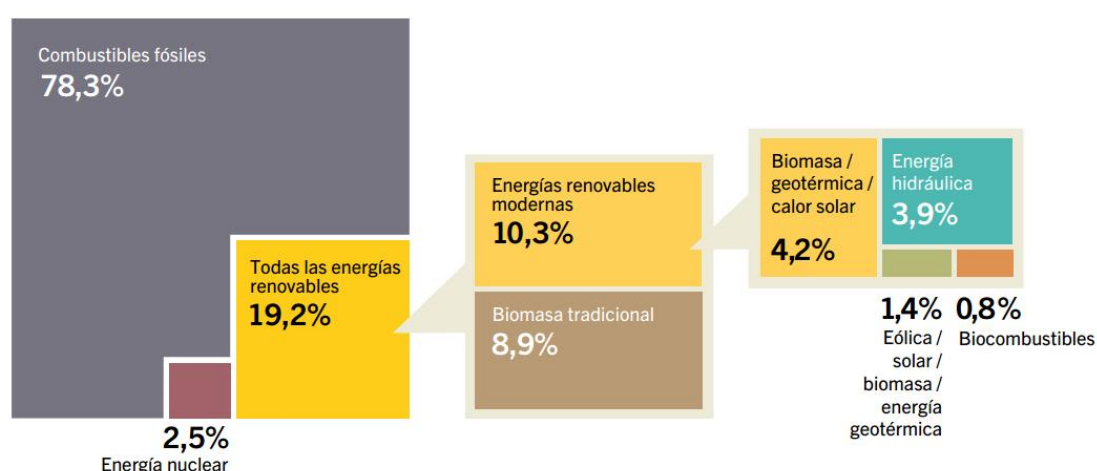


Figura 2.9. Estimado de energía renovable en consumo total de energía para el 2014 (REN21, 2016).

Tabla 2.7. Energías renovables y su importancia (IPCC, 2011).

ENERGÍA RENOVABLE	IMPORTANCIA
Bioenergía	Su importancia radica en que suele utilizarse para la producción de electricidad o calor, mediante fuentes como la biomasa, es decir, todos los residuos de la agricultura, ganadería, forestales y orgánicos. Mediante diferentes procesos esa materia llega a convertirse en combustibles (biodiesel, etanol) que cada vez están presentes en el comercio, donde sustituyen algunos combustibles. Las regulaciones sobre la bioenergía y los biocombustibles están siendo de gran relevancia para países como Estados Unidos, la Unión europea y China.

Tabla 2.7. Energías renovables y su importancia (IPCC, 2011) Continuación...

ENERGÍA RENOVABLE	IMPORTANCIA
Energía Solar Directa	Este tipo de energía aprovecha directamente la energía proveniente del sol para la generación de electricidad o la generación térmica. El desarrollo de tecnologías ha permitido la creación de celdas fotovoltaicas con placas de silicio para producción de electricidad que son comúnmente conocidas y que difieren de su eficiencia con respecto a las condiciones geográficas. Por otro lado, se han desarrollado sistemas de calefacción solar activos para proporcionar calor en los edificios, utilizando otras fuentes de energía como suplemento; en los sistemas pasivos, son los edificios, particularmente quienes distribuyen el calor de forma natural.
Geotérmica	Las tecnologías utilizadas son sistemas o plantas para generación de electricidad, mediante sistemas geotérmicos que aprovechan los recursos que se encuentran presentes en el interior de la Tierra, en rocas, vapor de agua y subsuelo. Existen aplicaciones industriales de cogeneración y electricidad. Sin embargo, estas tecnologías requieren una perspectiva de reducción de costo de producción y posibilidad de recuperación de la energía.
Hidroeléctrica	Es una fuente que genera electricidad mediante el movimiento del agua, es decir, en su caída, mediante represas y embalses. Estas tecnologías son actualmente avanzadas debido a que están ya probadas y son competitivas en términos de costos. La energía hidroeléctrica genera alrededor del 16% de la producción eléctrica mundial.
Oceánica	La reducción de emisiones de GEI por la energía oceánica se podría efectuar a largo plazo. Aunque es probable que su contribución no sea tan significativa, ya que se encuentra en una etapa de desarrollo. Ésta energía se obtiene a partir de la energía potencial, térmica, química y cinética que se genera del agua de mar y que tiende a ser utilizada en la producción de electricidad mediante tecnologías diferentes como: barreras de marea, turbinas submarinas, intercambiadores de calor, las cuales dependen de diversos factores naturales que están en constante cambio.

Tabla 2.7. Energías renovables y su importancia (IPCC, 2011) Continuación...

ENERGÍA RENOVABLE	IMPORTANCIA
Eólica	Las tecnologías usualmente utilizadas para la generación de energía eléctrica son las turbinas eólicas que utilizan principalmente la energía cinética del aire en movimiento. Estas turbinas pueden ser instaladas en tierra firme o aguas adentro, mediante este tipo de tecnología podría reducirse significativamente las emisiones de GEI por aprovechar un recurso natural y generar nulas emisiones durante su proceso.

❖ Minimización y valorización de materiales y residuos

Es necesario realizar cambios de patrones de consumo y estilos de vida menos “desechable”, revalorizar los materiales y contemplar patrones de ciclo de vida de los productos para reincorporar materiales a los procesos productivos en lugar de siempre extraer los recursos naturales. Las prácticas de gestión de residuos han ido cambiando con el transcurso del tiempo, se han vuelto un paradigma debido a que la conciencia de la escasez de recursos naturales ha crecido. Ahora hablar de un buen manejo de los residuos y materiales es necesario. La minimización de los materiales utilizados cotidianamente, así de su reúso tiene una importancia potencial de reducción de emisiones de GEI. Principalmente porque la inadecuada gestión de residuos ha propiciado una acumulación excesiva de residuos en los vertederos o rellenos sanitarios, y al estar en contacto directo con la intemperie y ausencia de aire da lugar a la formación de metano mediante la descomposición de los residuos. En cuanto a los residuos orgánicos biodegradables, mandarlos a un relleno sanitario ya no representa una estrategia viable, lo que tiene que haber un cambio en la cultura con más ahínco para dar tratamiento (compostaje) desde la generación como parte de la jerarquización de los residuos (Defra, 2016).

La *minimización de residuos* está ligada con la prevención desde su generación, y actualmente es el objetivo de varias iniciativas en países como Escocia y Holanda; es una cuestión de importancia por su jerarquía, debido a que tiene un impacto directo dentro del ciclo de vida de los materiales. Evitar desperdicios innecesarios, reducir los residuos de alimentos, puede disminuir la demanda de materias primas creadas por

la fabricación de nuevos productos. De igual forma, reduce las emisiones de CO₂ de los hidrocarburos y por otro lado conserva las reservas de carbono en los árboles y minimiza el transporte, en sentido del consumo de combustible y la contaminación que produce al utilizar un vehículo (ISWA, 2009) .

La *reutilización* de los productos proporciona una retención del carbono de los materiales en el ambiente, es decir, los retrasa para durar por más tiempo en el ambiente, reduciendo de esta manera la demanda de materias primas vírgenes y el consumo energético que representa y las emisiones por transporte.

El *reciclaje* por su parte también contribuye a la reducción de emisiones de GEI, de manera que reduce la demanda de materias primas y les da valor a los residuos que podrían ser eliminados por las personas, de modo que aunque el reciclaje como proceso requiere un aporte energético para volver a generar productos, continúa siendo una estrategia y opción para el manejo y gestión adecuada de los residuos; la remanufactura en términos de requerimiento energético se sigue manteniendo por debajo de la necesaria para producir productos nuevos a diferencia que si se produjeran a partir de materias primas como recursos naturales (ISWA, 2009).

La minimización, reutilización y reciclaje de los residuos repercute directamente en el ciclo de vida de los materiales, la Figura 2.10 ilustra el vínculo entre la gestión de residuos y las emisiones de GEI, estando estos en cada etapa desde la extracción de las materias primas, transporte, fabricación, utilización y tratamiento o disposición final de los materiales. Al vincular el ciclo de vida con la jerarquía de los residuos, se puede denotar la relación directa con el cambio climático y la urgencia por el empleo de las políticas y estrategias para el manejo y gestión de los residuos (Defra, 2016).

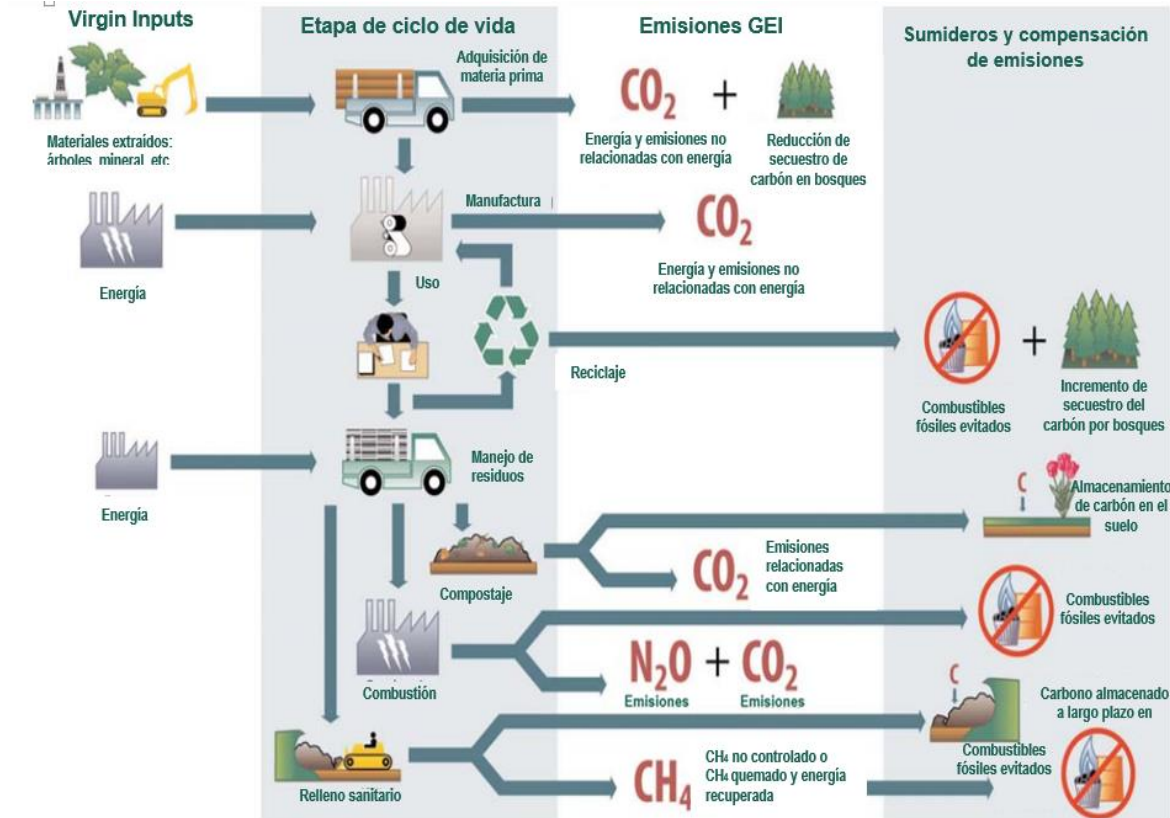


Figura 2.10. Ciclo de vida de los materiales en relación con sus emisiones a la atmósfera (Defra, 2016)

❖ Tratamiento de residuos: Compostaje

Uno de los tratamientos que se le han dado a los residuos orgánicos son los sistemas de compostaje. Dichos sistemas han demostrado que son la solución más práctica para la situación de los residuos tales como restos de alimentos, residuos de jardinería y residuos agrícolas. La diferencia del porcentaje de los residuos orgánicos del total de los residuos es diferente en cada país lo que es determinado por el grado de desarrollo, el nivel de industrialización y los patrones de consumo, los países en desarrollo llegan a registrar hasta porcentajes superiores al 50%.

El compostaje en algunos países suele tener un papel prominente, por ejemplo en Holanda más del 90% de sus residuos orgánicos se tratan en instalaciones a través de compostaje. El compostaje ofrece una degradación biológica natural del material orgánico. En el proceso de compostaje aerobio que es en presencia de oxígeno, los microorganismos presentes consumen la materia orgánica liberando calor y CO_2 . Sin embargo, la mayor parte del carbono que está contenido en la materia orgánica se

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

retiene en el humus como producto final y por ende no se libera a la atmósfera. Este producto reciclado es utilizado como fertilizante por su alto contenido de nutrientes (Figura 2.11). Por lo tanto, el compostaje además de aprovechar un residuo generado, como co-beneficio la emisión de GEI se reduce al darle tratamiento en vez de disponerlo finalmente (UNEP, 2012).



Figura. 2.11 Aplicación de compostaje como estrategia para reducir GEI (FAO, 2013).

❖ Conservación y ampliación de zonas boscosas y áreas verdes

Las emisiones generadas por el cambio y uso del suelo (de bosques a urbanos), la degradación de suelos y la combustión de materia orgánica en los ecosistemas se reducen al evitar la deforestación a través de planes de manejo y conservación de ecosistemas boscosos, prácticas agroforestales adecuados, plantaciones forestales eficientes, entre otros, esto además mantiene o llega a incrementar los sumideros de GEI (captura de CO₂) (Ortiz-Hernández et al., 2013).

Por otra parte, mencionar que los árboles además de absorber CO₂ también eliminan otros gases contaminantes como los SO₂, O₃, NO_x y partículas suspendidas, éste proceso de eliminación se da a través de las estomas que se encuentran en la superficie de la hoja, cuando se da la absorción de los gases con componentes típicos del aire (McPherson, 2007):

- *Dióxido de Azufre (SO₂)*. El 60 % de este gas proviene de la quema de carbón para la generación de electricidad y la calefacción del hogar, el 21 % proviene de refinación y la combustión de productos derivados del petróleo.
- *Ozono (O₃)*. Es un oxidante que se produce naturalmente en la estratosfera, y puede ser traído a la Tierra por la turbulencia durante las tormentas severas, también se forma por la acción de los rayos. En la troposfera se forma como un contaminante secundario derivado de las emisiones de los automóviles y las industrias, al mezclarse en el aire y someterse a las reacciones fotoquímicas en la luz del sol.
- *Óxidos de nitrógeno (NO_x)*. Se forman por la combustión a alta temperatura cuando dos componentes del aire natural, están presentes; nitrógeno y oxígeno.
- *Partículas*. Emitidas en el humo de la quema de combustible, especialmente diésel, que entra a los pulmones y causa problemas respiratorios. Con los árboles presentes, hay una reducción de hasta 60% en partículas.

Los bosques y la madera que producen atrapan y almacenan CO₂, con lo que contribuyen a la mitigación del cambio climático, a través del proceso de fotosíntesis almacenan el carbono en la madera y vegetación lo que se conoce como “fijación de carbono”, este carbono llega a representar alrededor del 20% del peso del árbol. Es importante mencionar que no solo los árboles fijan el carbono, sino también la biomasa asociada y el humus actúan como sumideros de carbono. Estudios de la FAO reportan que los bosques del planeta en conjunto con sus suelos tienen capturado más de un billón de toneladas de carbono (el doble de la cantidad de carbono estimado que está en la atmósfera); por lo anterior es importante evitar la liberación de este carbono almacenado con la destrucción de los bosques a través de planes de manejo y conservación de estos ecosistemas, además de apoyar la gestión de los mismos con programas de repoblación forestal y reforestación, se considera que por hectárea de bosques capturan 15 toneladas de CO₂ al año (FAO, 2006).

2.5 Programas de Carbón Neutro

Como respuesta de los efectos del cambio climático y a la concentración cada vez mayor de GEI generados a nivel global, han surgido diferentes iniciativas metodológicas en las que se determina y cuantifica los GEI emitidos a la atmósfera procedentes desde actividades antropogénicas de producción o consumo de bienes y servicios (Espíndola et al., 2012), de manera general, la huella de carbono busca obtener información sobre lo que se genera, y de esta forma crear conciencia para reducir los hábitos de consumo y así reducir las emisiones a la atmósfera (Figura 2.12). La huella de carbono ha sido públicamente controversial en el Cambio Climático, atrayendo a diversas organizaciones para el cambio de sus patrones, puesto que se perfila como un indicador que sintetiza el impacto del hombre en el ambiente en términos de emisiones de GEI, así como una poderosa herramienta de gestión al igual que un estímulo de sustentabilidad para las organizaciones (Wiedmann, 2009).



Figura 2.12 Implementación de programas para neutralizar la huella de carbono (University of Victoria, 2016).

El concepto de **Carbono Neutro** por su parte, es un punto de referencia útil para medir el progreso hacia la sustentabilidad, de acuerdo a ICONTEC (2015) Carbono Neutro es “tener una huella de carbono igual a cero emisiones”, es decir, el total de emisiones de GEI generadas directa o indirectamente, menos las emisiones mitigadas o secuestradas y compensar el balance a cero. El carbono neutro entonces, implica, desempeñar acciones o estrategias de mitigación con el objetivo de neutralizar la huella de carbono y sus emisiones en términos de CO₂ equivalentes.

Muchas veces, esas compensaciones se llevan a cabo bajo proyectos o implementación de programas como lo son los bonos de carbono. Lograr la neutralidad del carbono representa de igual forma un indicador de la vida dentro de la

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

naturaleza y el consumo de los recursos a un ritmo que no impide la capacidad de las futuras generaciones disfrutar de ellos. Por esto, si no hacemos nada por mitigar y compensar las emisiones que equilibren la tasa de generación de emisiones, el cambio climático será inevitable y con ello el planeta y la humanidad sufrirá los efectos tanto mencionados (Toronto y Region Conservation, 2010).

El estado de neutralidad de carbono de acuerdo a Ramírez Vega, (2012) se alcanza por medio de los siguientes puntos:

- **Cálculo de emisiones:** es la primer etapa es donde se cuantifican las emisiones de GEI mediante los consumos energéticos, es decir las fuentes relacionadas con la operatividad de una organización, durante la elaboración de un producto o servicio. Este proceso de cuantificación se le denomina *auditoría interna de carbono* y como producto se obtiene un inventario de GEI en unidades de CO₂e.
- **Reducción:** la implementación de medidas y estrategias son importantes en este punto puesto que permite la reducción de emisiones GEI, luego de haber determinado las emisiones generadas. Estos planes dependen de la cantidad de emisiones que se produzcan, y están asociadas a la eficiencia de los recursos utilizados dentro del proceso, ya que están relacionadas directamente con la reducción de la huella de carbono (Green Solutions, 2011).
- **Neutralización o balance:** después de la aplicación de la reducción es evidente la presencia de emisiones restantes de CO₂e, por lo que es necesaria la compensación de tales emisiones mediante opciones y proyectos bajos en emisiones como gestión de eficiencia energética y energías renovables.

Por lo anterior, el proceso que permite lograr la neutralización del carbón o carbono neutro, es necesario conocer las emisiones generadas antes y después de la implementación de acciones, las cuales también de preferencia son diseñadas con el objetivo de una minimización de los GEI emitidos (Figura 2.13).

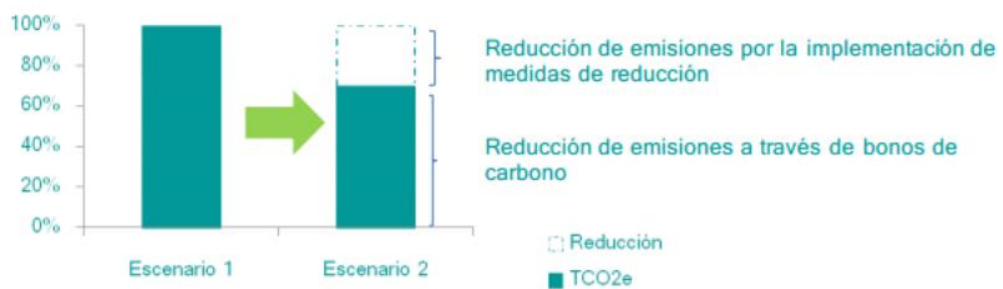


Figura 2.13 Proceso para la neutralidad del carbono (Green Solutions, 2011)

La finalidad del Carbono Neutro, lleva al establecimiento de objetivos y políticas sobre el nivel de prioridad y sostenibilidad para proporcionar un marco para dirigir diversos programas de regulación para fomentar el trabajo en equipo hacia un equilibrio, para que la población y las instituciones reduzcan significativamente el impacto del Cambio Climático (Toronto and Region Conservation, 2010).

2.5.1 Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol)

El protocolo de GEI surgió como una iniciativa desde 1998 con el objetivo de cuantificar y gestionar las emisiones de GEI, generando estándares de contabilidad y reporte para las organizaciones. La iniciativa fue desarrollada por organismos como el Instituto de Recurso Mundiales (WRI) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD). El Protocolo de GEI permitió la inclusión y alianza entre empresas, gobiernos, organismos no gubernamentales (ONGs) y grupos de ecologistas en todo el mundo, para construir una nueva generación eficaz de programas para la lucha ante el Cambio Climático (GHG Protocol, 2012).

Las bases que se establecen en el protocolo dan la pauta para la evaluación y análisis de las emisiones de GEI, así como la línea para reportar las emisiones, captura, reducciones y determina las emisiones directas e indirectas de una organización, esto mediante tres alcances (Figura 2.14) (GHG Protocol, 2012; Secretaría Distrital de Ambiente, 2013):

- ❖ **Alcance 1 (Scope 1):** Todas las emisiones directas de GEI, es decir, aquellas provenientes de la combustión directa y que tienen un control por la empresa.
- ❖ **Alcance 2 (Scope 2):** Aquellas emisiones indirectas de GEI derivadas del consumo de energía eléctrica ya sea comprada, adquirida o producida a partir de calor o vapor.
- ❖ **Alcance 3 (Scope 3):** Otras emisiones indirectas, tales como la extracción y producción de materiales, así como de aquellas actividades relacionadas con el transporte de vehículos que no sean propiedad de la organización o que no tenga control.

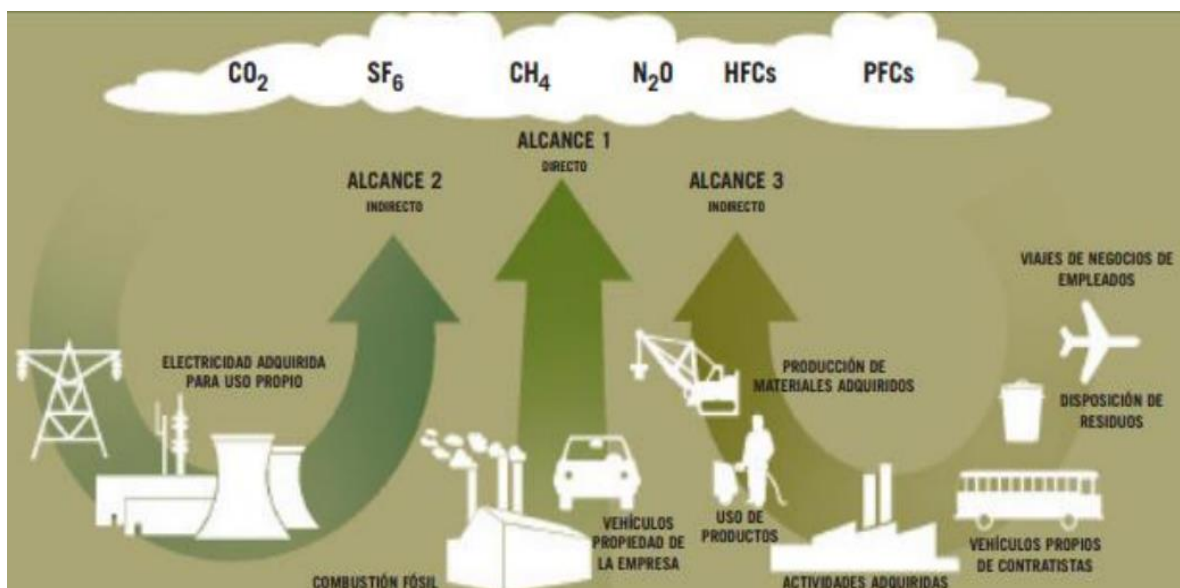


Figura 2.14 Alcances y emisiones (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

3. ANTECEDENTES

3.1 Generalidades de la ubicación de Dawson College en Montreal, Canadá

El Dawson College es un instituto de educación postsecundaria de idioma inglés que se encuentra ubicado en Montreal, Quebec, Canadá.

Montreal es la región más poblada de la provincia de Quebec y la segunda más poblada de Canadá. La mayor parte de la población de la comunidad metropolitana de Montreal hablan francés como lengua materna, pero actualmente una parte de la población es anglófona, sin embargo, gran parte de los ciudadanos tienen conocimientos de las dos lenguas oficiales. Montreal se posiciona como la región administrativa de Quebec y se sitúa en la isla del Río San Lorenzo (Figura 3.1).



Figura 3.1. Ciudad Metropolitana de Montreal, Quebec, Canadá (PHD Media, 2016).

La inestabilidad del clima de Montreal es parte del carácter de la región al tener variaciones significativas durante el año, debido a que en su localización confluyen dos frentes (la polar y la procedente de los Estados Unidos). Se caracteriza por ser continental de tipo húmedo, puesto que caen aproximadamente 2.4 metros de nieve anualmente y la lluvia es abundante durante el año. Las estaciones, por su parte están bien determinadas, en invierno, la temperatura media es de -10.4° , con mínimas de entre -40 a -10°C y con máximas de 0° y 25°C , el mes de enero con temperatura media de -10.2°C está registrado como el más frío. Por otro lado, en verano se tienen registradas temperaturas medias de 21° , con máximas de 23°C y

35°C, siendo julio el mes más caluroso con una media de 20.9°C (Information Planet, 2013). Debido a sus múltiples cambios de temperatura, Montreal comprende una diversificada flora y fauna, dentro de las cuales se destaca el *arce plateado*, símbolo de la ciudad y de la provincia.

La extensión del Dawson College con aproximadamente 12 acres en la ciudad, permite la distribución de biodiversidad de la región y de una importancia cultural en Montreal por contar con instalaciones de un antiguo convento como patrimonio cultural.

3. 2 Generalidades e historia de Dawson College

En 1968 como parte del nuevo sistema CEGEP, el Dawson College recibió la autorización como institución educativa. Fue hasta el 23 de septiembre de 1969 cuando abrió sus puertas a más de 1,500 estudiante y alrededor de 11 integrantes miembros de la facultad. En agosto de 1982, el colegio firmó un acuerdo para adquirir la Casa Madre de las hermanas de la Congregación de Notre-Dame, con el fin de unificar sus campus de lugares distintos (Dawson College, 2016a y 2016b).

El edificio del Dawson College fue declarado como patrimonio cultural desde 1977 (Figura 3.2). Por lo que dicha designación ha llevado al Colegio a adaptarse a una política estricta que no permite las modificaciones al edificio ni sus alrededores para asegurar la integridad de la construcción. El Colegio ocupa una extensión de una cuadra, aproximadamente con 12 acres, incluyendo árboles de más de 100 años en la ciudad de Montreal, entre la calle Sherbrooke, Maisonneuve, Atwater y Wood Ave. La edificación tienen una estructura la cual está dividida en áreas de la A-G y los niveles de éstas áreas van desde los 4 hasta los 8 niveles (Figura 3.3) (Dawson College, 2016a y 2016c).



Figura 3.2 Dawson College en Montreal, Canadá (Dawson College, 2016c)

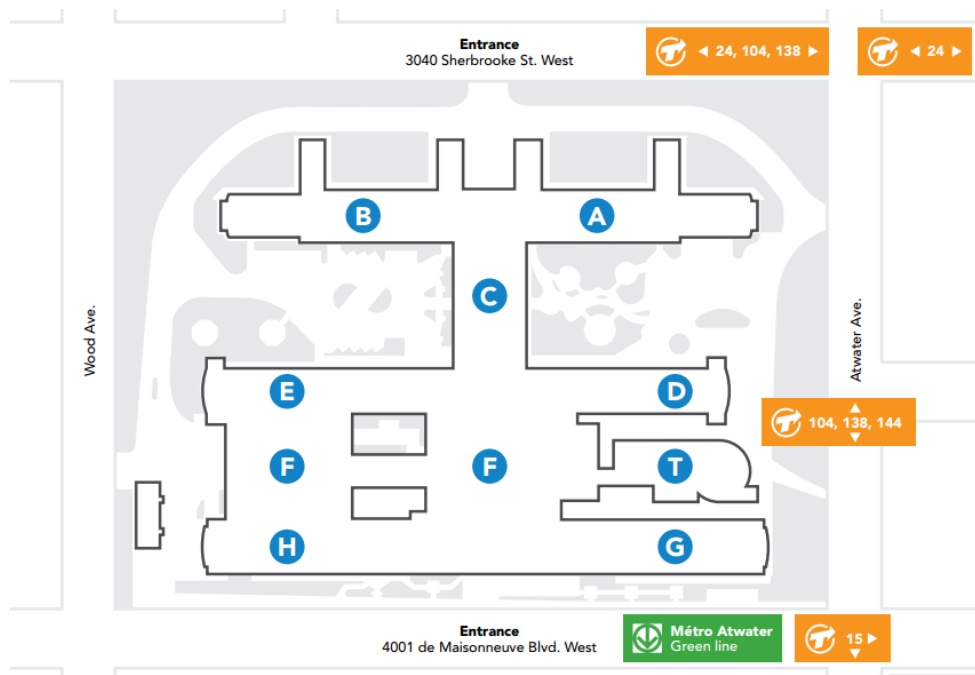


Figura 3.3 Estructura y extensión del Dawson College (Dawson College, 2016c)

3.3 Marco de proyectos de sustentabilidad en Dawson College

Dawson College se ha caracterizado desde algunos años atrás por su implementación de políticas, proyectos y acciones con respecto a la práctica de la sustentabilidad como un valor crítico del siglo XXI (Figura 3.4). Dada la misión de Dawson College como una institución educativa para mantener estándares de excelencia académica esenciales para el éxito futuro de los estudiantes (Dawson College, 2016c).

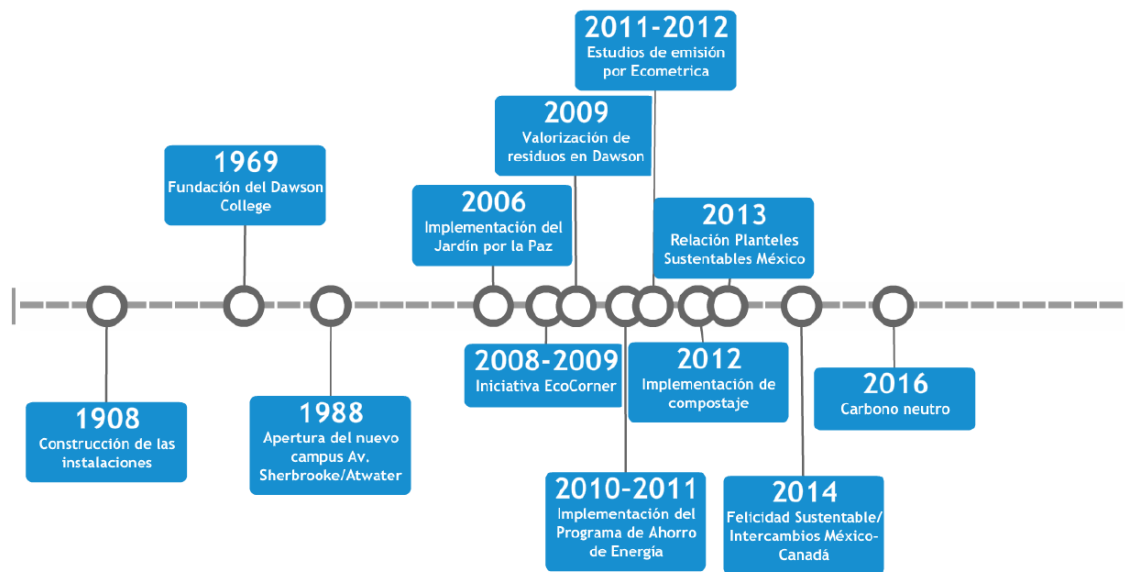


Figura 3.4 Línea de tiempo de eventos en Dawson College

Debido al impacto ambiental generado por la institución y la magnitud de Dawson College con más de 11,000 estudiantes, tiene una doble responsabilidad; actuar como agente responsable desde una perspectiva ambiental y social, así como de avanzar hacia la investigación y enseñanza de la sustentabilidad mediante la adopción de una política de sustentabilidad (**Anexo A**) la cual es pública en la plataforma oficial del colegio (Dawson College, 2016c) y la cual ha sido referencia para investigaciones como la del M. en Ed. Adam (2013) de los “Factores que afectan la aprobación de los estudiantes del colegio del nuevo paradigma ecológico: directrices para el desarrollo del currículo (Factors affecting college students’ endorsement of the new ecological paradigm: guidelines for curriculum development).

Un concepto que surgió en Dawson fue el denominado “*Campus Vivo*”, en donde se pretende integrar los enfoques de la educación bajo una visión de bienestar, integrando valores y estrategias sustentables. Esta iniciativa es una respuesta de los retos sociales, como la necesidad de combatir de manera colectiva el Cambio Climático, reconectar y proteger el mundo natural de manera sustentable, esto en paso activo para el aprendizaje del siglo XXI guiada por los objetivos de la Carta de la Tierra: 1) Respeto y cuidado a la comunidad de la vida, 2) Integridad ecológica, 3) Justicia social y económica y 4) Democracia, no violencia y paz. A través del *Campus*

Vivo se fomenta la experiencia de primera mano con la naturaleza y se refuerza con la tecnología para construir la capacidad de aprendizaje (O'Brien y Adam, 2016).

Los objetivos del proyecto de *Campus Vivo* se enfocan para incrementar el aprendizaje y sustentabilidad de los sistemas naturales para convertirse en un recurso para la comunidad local, nacional e internacional. Diversos proyectos incluyen los objetivos de emprendimiento social, la reducción del impacto ambiental generado en el colegio, (por lo que se ha tomado el compromiso de ser Carbono Neutro), la relaciones con organismo no gubernamentales para fomentar la capacidad y apoyar la investigación y la enseñanza de la sustentabilidad (O'Brien y Adam, 2016). Por ejemplo fue en el 2013 cuando a partir de las acciones desarrolladas tuvo relevancia para formar vínculo con México mediante la iniciativa de *Planteles Educativos Sustentables*.

La perspectiva del *Campus Vivo*, ha llevado al Dawson College a desarrollar una estructura y estrategia colectiva de impacto (Figura 3.5), que involucre una visión sustentable, adaptando puntos como: 1) cambio de necesidades, 2) condiciones en marcha necesitadas y 3) principios de liderazgo. Dicha estrategia se ha reflejado en el desarrollo de equipos de trabajo institucional con la Unión de Estudiantes de Dawson (DSU), Oficina del Desarrollo Académico, Iniciativa de los Primeros Pueblos, Centro de Paz y Operaciones de Administración y Construcción, para llevar a cabo el intercambio de necesidades en un sentido de urgencia para aportar soluciones ante el impacto ambiental de la institución y proporcionar bienestar a la comunidad mediante la implementación de proyectos, estrategias y acciones sustentables en cada una de las áreas (Tabla 3.1) (Dawson College, 2016b).

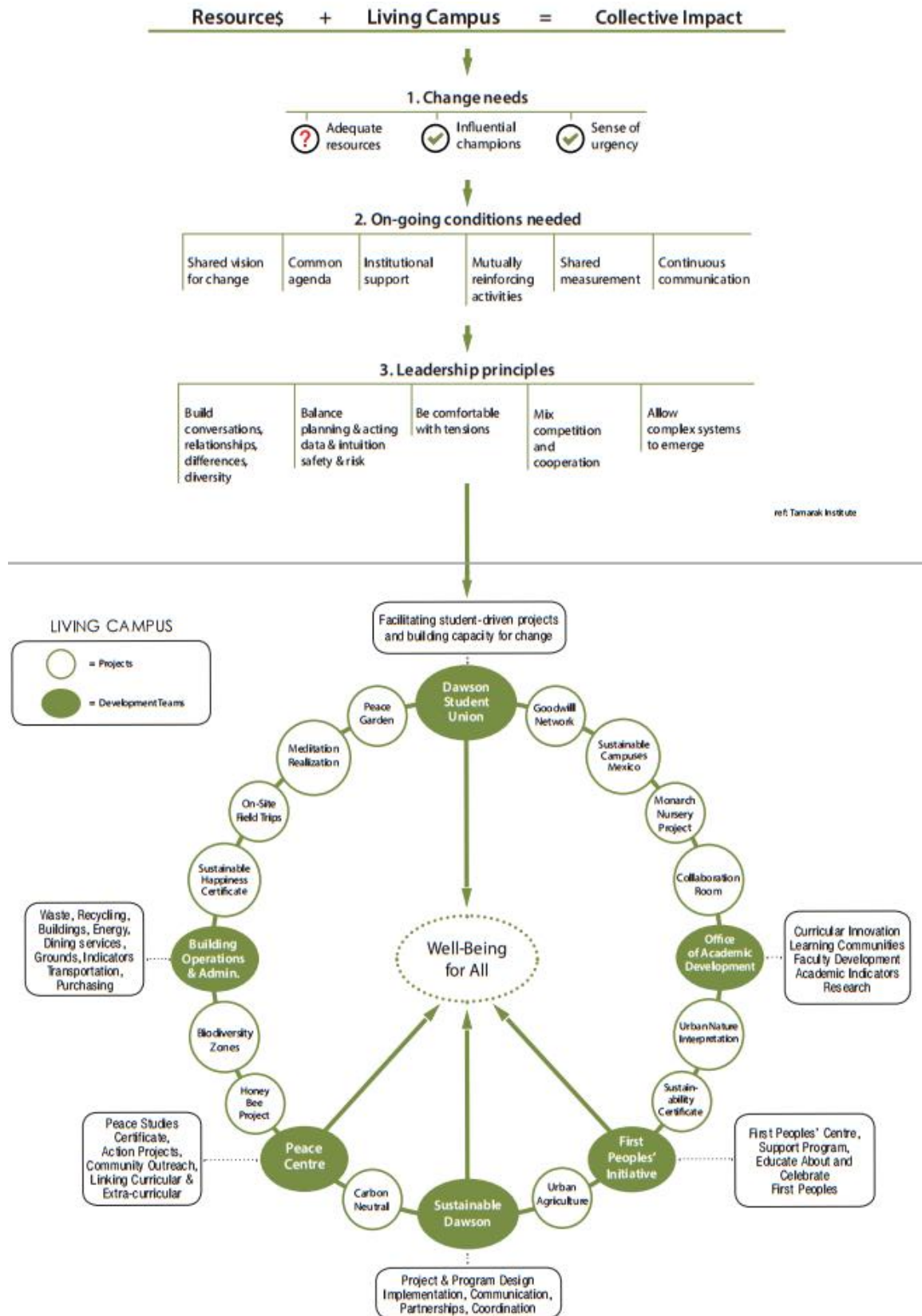


Figura 3.5 Estrategia de impacto colectivo hacia la sustentabilidad de Dawson College (Dawson College, 2016b).

Tabla 3.1 Iniciativas, acciones, estrategias y proyectos Sustentables en el Dawson College (Dawson College, 2016b; O'Brien y Adam, 2016).

Iniciativas	Descripción
Proyectos de Campus Vivo	
Jardín Ecológico por la Paz	Es un proyecto que alienta al incremento de la biodiversidad y atrae a especies silvestres como las mariposas monarca, patos y otras especies de la región. El Jardín fue creado como un espacio a la memoria de un evento ocurrido el 13 de septiembre del 2006. Ahora el espacio es útil como un aula al aire libre, donde las personas pueden tener relación con el ambiente, reducir sus niveles de estrés, aumentar su creatividad y aprender de la sustentabilidad.
Zonas de biodiversidad	Nueve micro-hábitats fueron planeadas, con tres actualmente establecidas, donde los estudiantes pueden estudiar en áreas naturales y vida silvestre en el campus. Incluyendo un suelo de bosque, estanque, vivero de mariposa monarca y zona de descomposición. Estas zonas complementan el Jardín por la Paz y crean suficiente hábitat en el sitio para apoyar a algunas poblaciones de insectos de ciclo de vida completo.
Etiquetado de la Mariposa Monarca	Varios cientos de orugas de mariposas monarca son adoptadas por los profesores, departamentos, estudiantes y niños del personal y criadas hasta que emergen de su crisálida. Las mariposas son etiquetadas y lanzadas en el Jardín por la Paz para comenzar su vuelo a México. Esta actividad saca a la luz la maravilla del mundo natural, estimula la conversación en toda la universidad y pone de manifiesto una pasión por la vida que es contagiosa.
Compromiso de Carbono neutro	El colegio continúa reduciendo sus emisiones GEI y las compensa sus emisiones restantes mediante la plantación de alrededor de 5000 árboles en un territorio marginado en Nicaragua. Con la ayuda de una organización, estudiantes de Dawson incrementarán la biodiversidad y darán empleo a familias Nicaragüenses, un buen ejemplo de la responsabilidad social y ambiental.
Interpretación de Naturaleza Urbana	Jóvenes de organizaciones locales campamentos de un día son invitados a vivir una experiencia en un programa de naturaleza de Canadá. Jóvenes y adultos descubren las maravillas de la naturaleza en su propio patio y llegan a ser ciudadanos científicos. Las zonas de biodiversidad y jardines llegan a ser un salón de clases perfecto.

Tabla 3.1 Iniciativas, acciones, estrategias y proyectos Sustentables en el Dawson College (Dawson College, 2016b; O'Brien y Adam, 2016). Continuación...

Iniciativas	Descripción
Proyectos de Campus Vivo	
Proyecto de Abeja de Miel en la Azotea	El proyecto consiste en la colocación de varias colmenas de abeja en la azotea del Dawson College, bajo dispositivos internos de monitoreo y supervisión. Mediante el monitoreo los estudiantes y personal puede cuantificar el vuelo de las abejas y la cantidad de miel producida en el día, temperatura, humedad. Se analiza una conexión de vida sustentable en las colmenas, imponiendo retos anuales de salud, en el 2015, involucrando a más de 200 equipos de maestros y estudiantes, para completar actividades físicas equivalentes a 1249 kilómetros (distancia recorrida por 12 abejas femeninas para producir una cucharada de miel).
Huertos de Azotea	Se han establecido varios huertos en la azotea para el crecimiento de verduras en recipientes. Estudiantes voluntarios mantienen los huertos y cosechan productos para la venta en el mercado estudiantil. Los cursos de Estudios Ambientales están vinculados a los huertos y abejas de la azotea a través de varios módulos educativos que revisan aspectos de la agricultura urbana que incluyen jardinería orgánica, soberanía alimentaria y modelos de producción agrícola en entornos urbanos.
Sustentabilidad del Campus - Asociación México- Dawson	Este proyecto de investigación participativa tiene como principal objetivo apoyar el establecimiento de campus sustentable en las instituciones postsecundarias del Sur y compartir conocimientos entre instituciones del Norte y del Sur. Dawson ha firmado alianzas con cuatro universidades docentes en el estado de Morelos, México. Los intercambios de estudiantes son parte de este proceso.
Proyecto por profesores de una Pared Viva en un aula	Se inauguró en el 2016, una Sala de Proyectos para Maestros con una pared de vida de dos niveles con más de 500 plantas. La sala fue diseñada por especialistas de la facultad como un lugar que alienta la colaboración, la imaginación y la creatividad. Representa un centro de desarrollo de proyectos especiales y una incubadora de cosas por venir.
El <i>Campus Vivo</i> engendra el bienestar individual y organizativo en una multitud de maneras. A través de discusiones con el profesorado y el personal de Dawson en temas como: Forjando nuevas relaciones, fomentar la colaboración, naturaleza conectada y emociones positivas, etc., en donde se refleja una visión de bienestar para todos, de manera sostenible.	

Tabla 3.1 Iniciativas, acciones, estrategias y proyectos Sustentables en el Dawson College (Dawson College, 2016b; O'Brien y Adam, 2016). Continuación...

Iniciativas	Descripción
Acciones y estrategias sustentables	
Simposio por la Paz	Filosofías de la Paz práctica, sustentabilidad, personas indígenas y el concepto de felicidad sustentable mediante la experiencia de una nueva pedagogía para una visión de bienestar
Certificados de Sustentabilidad	Un nuevo certificado como participación en proyectos de un Campus vivo con aprendizaje interdisciplinario. Los estudiantes y la facultad colaboran dentro y fuera del salón de clases para desarrollar el saber cómo de la sustentabilidad y el liderazgo y habilidades de visión para conocer los retos socio-ambientales del siglo XXI.
Felicidad Sustentable	Donde se integra la psicología, salud y sustentabilidad. El Dawson College recibió el primer programa de certificación mundial de felicidad sustentable en el 2014 y 2015 con participantes profesores de México y Canadá
Programa de Recreación y Liderazgo Comunitario (CRLT)	CRLT es un programa de carrera de tres años. Integra áreas generales y especializadas de estudio destinadas a preparar a los estudiantes para trabajar en el campo de la recreación y el ocio. Uno de los objetivos principales del programa es producir profesionales competentes y bien organizados capaces de gestionar los componentes recreativos, ambientales y de liderazgo de un servicio de una manera contextual y ética. Los graduados también dejan el programa con habilidades en recreación al aire libre y una preocupación por mejorar y proteger el medio ambiente natural. El programa de CRLT enfatiza un enfoque de enseñanza dirigido por un estudiante y dirigido por un instructor que da a los estudiantes la oportunidad de estudiar y probar sus habilidades en el campo (Adam, 2013). El programa incorpora la sostenibilidad a través de sus cursos y por lo tanto la felicidad sostenible fue fácilmente apreciada como un concepto que mejoraría el desarrollo del estudiante. Uno de los objetivos de la integración de la felicidad sostenible en este programa de tres años era proporcionar oportunidades para que los estudiantes reconocieran como la sostenibilidad, la felicidad y el bienestar están interconectados.

Las acciones del Dawson College denotan su preocupación por la sustentabilidad, para reducir su impacto en el ambiente, específicamente el proyecto de carbono neutro ha dado un giro dentro del colegio, desde una sensibilización de la comunidad por adoptar una cultura sustentable, hasta los estudios de emisiones a la atmósfera e implementación de sistemas de eficiencia y ahorro energético.

4. JUSTIFICACIÓN

Dados los reportes del IPCC de los niveles de CO₂ de más de 450 ppm en 2015 y 2016, se hace urgente implementar medidas de adaptación y mitigación como una prioridad en los gobiernos e instituciones, así como el establecimiento de programas de acción nacional en cada país, lo que contribuirá a las metas establecidas en torno al protocolo de Kioto y su seguimiento y refrendo de compromisos como los acuerdos de París; Las metas establecidas no serán fáciles de alcanzar, se necesitan cambios políticos sustanciales, cambios en procesos, tecnologías y cambios comportamentales significativos. Sin embargo, existen evidencias de que una transición a cero emisiones de carbono, o carbono neutro es técnicamente posible a través de la implementación de estas medidas de manera coordinada, lo que proporciona ventajas económicas significativas así como otros beneficios asociados (Vergara et al., 2016).

Una estrategia para la mitigación de las emisiones de GEI que contribuyen al Cambio Climático es, establecer como objetivo, llegar a cero emisiones de carbono o Carbono Neutro ya que cuando ocurra, esta descarbonización neta se logrará con beneficios económicos para la región, debe apoyar la implementación de nuevos medios de producción y el mejor uso de los recursos naturales, crearía también empresas, atraería inversiones, aprovecharía las economías de escala y mayores empleos lo que contribuye a mejoras en la calidad de vida.

Es entonces, que un cambio orientado hacia cero emisiones de carbono, o carbono neutro representaría más una oportunidad que un obstáculo para el desarrollo económico y la integración regional, con ello además, se lograría ir en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU tanto en las directrices de cambio climático, energía, ciudades, uso de la tierra y el uso racional de, los recursos y productos. Estos cambios de política y puesta en marcha de acciones no necesariamente tienen que comenzar en el gobierno, sino que las empresas, escuelas y hasta la población tienen la responsabilidad de hacer lo necesario para reducir su huella de carbono y acciones que permitan mitigar el cambio climático.

El Dawson College, desde 2006 se ha visto muy sensibilizados para poder hacer acciones en pro del cuidado ambiental, y ha tenido un serio compromiso por apoyar y fomentar los proyectos sustentables que permitan hacer del colegio un plantel sustentable, un campus vivo.

A pesar de que se tiene registrado los proyectos de sustentabilidad y de que se han realizado algunos estudios para saber la cantidad de toneladas de CO₂ emitidos por el Colegio, no se tiene un registro histórico de consumos de forma sistematizada y que permita identificar y cuantificar las emisiones generadas y las evitadas, de una forma integrada.

Por lo anterior es necesario conocer la huella de carbono que tiene el Dawson College a través del consumo de energía eléctrica, consumo de combustibles y generación de residuos principalmente, con ello se conocerá las toneladas de CO₂ emitidas al ambiente, también es necesario conocer las toneladas de CO₂ evitadas o mitigadas por las acciones sustentables implementadas por el colegio como la composta, la transferencia de residuos mandados a reciclaje, eficiencias energéticas, entre otros. Estas toneladas de CO₂ contabilizadas, tanto las emitidas como las evitadas permitirán hacer un balance de carbono que dé como resultado el número de toneladas de CO₂ que aún faltan por mitigar y para lo cual será necesario diseñar estrategias que permitan lograr reducir o compensar el 100 % del carbono emitido, llevando al colegio a ser carbono neutro.

Es necesario también crear una plataforma que permita al Dawson College tener un mecanismo donde se concentre la información de consumo y emisiones de fácil acceso, así como el seguimiento y registro de las estrategias implementadas que permiten disminuir, mitigar o compensar las emisiones de carbono.

5. HIPÓTESIS

Si se diseñan estrategias sustentables que mitiguen las emisiones de CO₂ a la atmósfera y se da viabilidad para su implementación, el Dawson College logrará ser carbono neutro.

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar estrategias sustentables para lograr carbono neutro en Dawson College a partir de las emisiones de CO₂ estimadas para el ciclo escolar 2015-2016

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compilar de los datos de consumos energéticos y de emisiones de dióxido de carbono en el Dawson College
- Analizar las estrategias implementadas en el Dawson College para la disminución de emisiones de CO₂
- Realizar un balance de dióxido de carbono emitido y capturado en Dawson College en el año escolar 2015-2016
- Diseñar las propuestas de estrategias sustentables que permitirán al Dawson College ser carbono neutro

7. METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó bajo la metodología presentada en la figura 7.1.

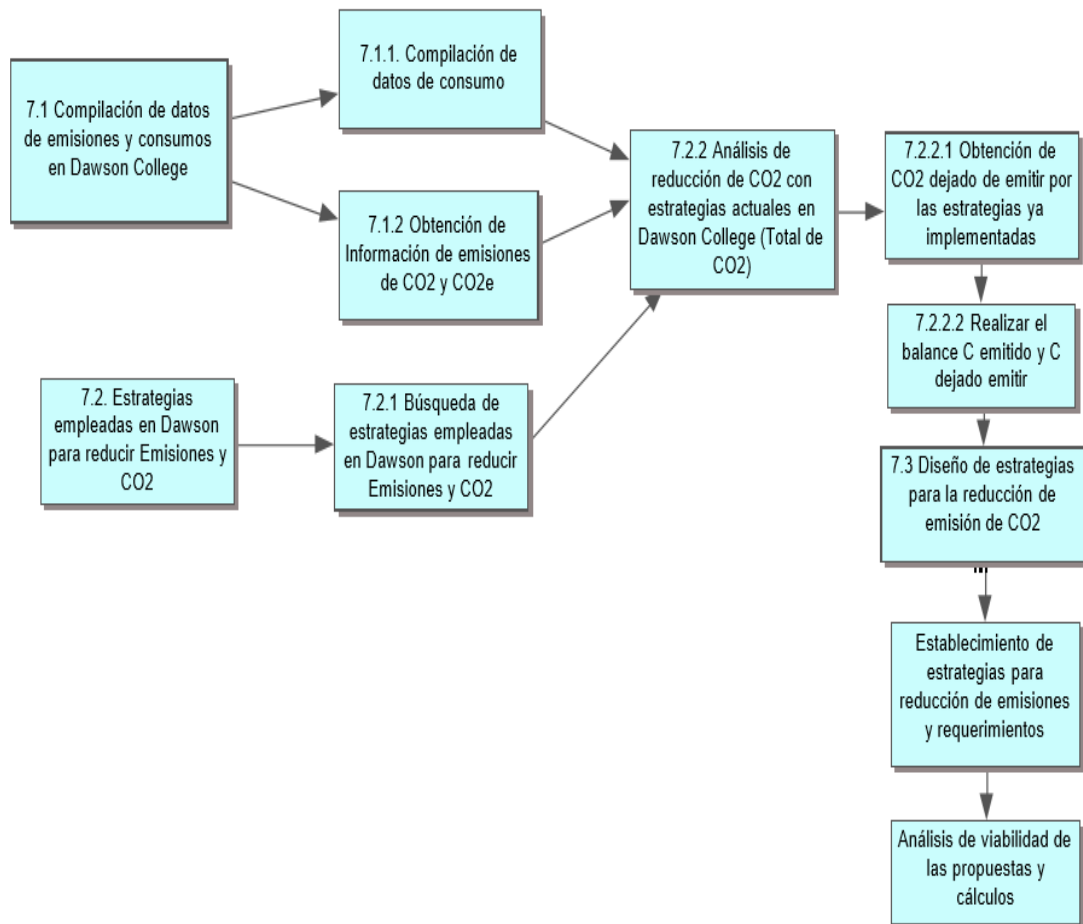


Figura 7.1. Metodología del proyecto

7.1 Compilación de datos de consumos y emisiones en Dawson College

7.1.1 Compilación de datos de consumos en Dawson College

Se compilaron los datos para realizar un inventario histórico de los consumos y disposiciones hechos en Dawson College, esto se realizó a través de la consulta de recibos, bitácoras y entrevistas para obtener las bases de datos de consumo de electricidad (KW/h), consumo de gas natural (Kg/mes), residuos generados (Kg/mes), de julio de 2008 a junio de 2016.

7.1.2 Compilación de datos de emisiones de CO₂ en Dawson College

Se compiló el historial de los datos de emisiones en toneladas de CO₂ y CO_{2e} reportados por la empresa Ecometrica para Dawson College a través de los informes presentados; así mismo, se buscó información existente de los factores de emisión de los GEI y su potencial de calentamiento, con los datos obtenidos del consumo de energía, gas natural y generación de residuos se estimaron las toneladas de CO₂ y CO_{2e} generadas en Dawson para obtener los datos de emisión del año fiscal 2015-2016.

7.2 Estrategias empleadas en Dawson para reducir Emisiones y CO₂

7.2.1 Búsqueda de estrategias empleadas en Dawson para reducir las emisiones a la atmósfera

Se investigaron las estrategias que actualmente Dawson College emplea para reducir sus emisiones de CO₂, así como la identificación de los períodos en que se aplicaron, mediante la realización de entrevistas a personas encargadas de su ejecución, así como la búsqueda de información y publicaciones en Dawson, con el fin de obtener una recopilación total de datos reales de las acciones ya implementadas.

7.2.2 Análisis de reducción de CO_{2e} con estrategias actuales en Dawson College

7.2.2.1 Obtención de toneladas de CO_{2e} dejado de emitir por las estrategias ya implementadas

Se obtuvo el valor de las toneladas de CO_{2e} que se dejaron de emitir a la atmósfera por las estrategias ya implementadas en Dawson College, a partir de la búsqueda de información existente de los factores de emisión de los GEI, potencial de calentamiento, factores de ahorro de emisiones en procesos de reciclaje y absorción de CO₂. o del diseño de algunos factores de emisión o conversión.

7.2.2.2 Realización del balance de Carbono emitido y Carbono dejado emitir

Con los datos obtenidos en los puntos anteriores, se realizó un balance del CO₂ emitido por Dawson College y el CO₂ que se deja de emitir o se compensa por las

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
estrategias que se implementan, el balance se estableció para conocer las toneladas de CO₂ restantes que aún deben de dejar de emitir y llegar a ser carbono neutro.

7.3 Diseño de estrategias para la reducción de emisiones de CO₂

En este apartado se establecieron las estrategias posibles a implementar por Dawson para neutralizar el carbono emitido y que aún es necesario contrarrestar de acuerdo al balance de carbono. En este apartado se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Establecimiento de estrategias y requerimientos para reducción de emisiones
- b) Requerimientos para la reducción de emisiones de CO₂
- c) Análisis de viabilidad de las propuestas y cálculos para aquellas alternativas viables.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Resultados de la compilación de datos de consumos y emisiones en Dawson College

8.1.1 Resultados de la compilación de datos de consumos en Dawson College

Los datos de consumo de electricidad, gas natural y disposición de los residuos no valorizables en Dawson College, fueron obtenidos de los recibos mensuales de pago por el consumo de electricidad (KW/h), consumo de gas natural (Kg/mes) y de los residuos generados (Kg/mes) mandados a disposición final otorgados por la M. en I. Veronique Paris, quien es Coordinadora de los servicios de infraestructura y mantenimiento de edificios en Dawson College.

Los datos se compilaron y se organizaron de forma detallada, tomando en cuenta el año fiscal que comprende de Julio a Junio del año siguiente, por lo que para cada consumo, es decir, para el consumo de electricidad y de gas, se obtuvieron datos históricos aproximadamente del 15 de julio del 2008 hasta el 14 de julio del 2016, fechas dadas de acuerdo a las fechas en los recibos y tratando de apegarse lo más posible al año fiscal; estos datos históricos se encuentra en el **Anexo B** de este documento. Para la disposición de residuos únicamente se contaron con los registros de julio de 2014 hasta junio 2016, por lo que solo se trabajó con estos datos.

La Tabla 8.1 muestra los resultados de consumo de electricidad en Dawson College desde julio de 2008 hasta junio de 2016, el suministro de electricidad es proporcionado por la empresa HydroWestmount, en los datos se puede apreciar que el consumo de electricidad varía con respecto al tiempo. Cabe resaltar que el periodo de mayor consumo eléctrico que se tiene registrado es el comprendido de julio de 2010 a junio de 2011, con un consumo de 15,494,392 KWh anuales; por otro lado se puede observar que existe un decremento de consumo a partir del periodo 2012-2013 hasta el 2015-2016, por lo que al tomar en cuenta el año 2010-2011 como el año de mayor consumo, se obtiene que el periodo de menor consumo fue el de 2015-2016 con un 16% menos.

Tabla 8.1. Resultados de consumo de electricidad (2008-2016)

	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
PERIODO	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h
Julio-Agosto	1128000	1128000	1272000	1128895	1000000	920000	952000	928000
Agosto-Septiembre	1016000	1152000	1232000	1128895	1304000	1272000	928000	888000
Septiembre-Octubre	1048000	1024000	1208000	1152895	1024000	776000	984000	1352000
Octubre Noviembre	1136000	1248000	1312000	1185985	1456000	1176000	1064000	992000
Noviembre-Diciembre	1304000	1232000	1346693	1217376	1272000	1408000	1200000	864000
Diciembre-Enero	1680000	1472000	1618693	1873376	1840000	1592000	1432000	1616000
Enero-Febrero	1760000	1712000	1482043	1096000	1288000	1504000	1672000	1136000
Febrero-Marzo	1304000	1224000	1442043	1292000	1224000	1288000	1320000	1232000
Marzo-Abril	1232000	1328000	1369397	1292000	1464000	1336000	1336000	1216000
Abril-Mayo	1008000	1152000	1209397	1056000	1184000	1056000	1064000	1080000
Mayo-Junio	960000	1080000	1025064	1064000	896000	1056000	792000	760000
Junio-Julio	1088000	1184000	977064	1120000	1016000	896000	720000	920000
TOTAL	14664000	14936000	15494392	14607421	14968000	14280000	13464000	12984000
%Disminución del consumo	5	4	0	6	3	8	13	16

Posteriormente se muestra el gráfico (Figura 8.1) que denota el comportamiento que tiene la electricidad (KWh) de forma histórica en el transcurso del tiempo de julio de 2008 a junio del 2016.

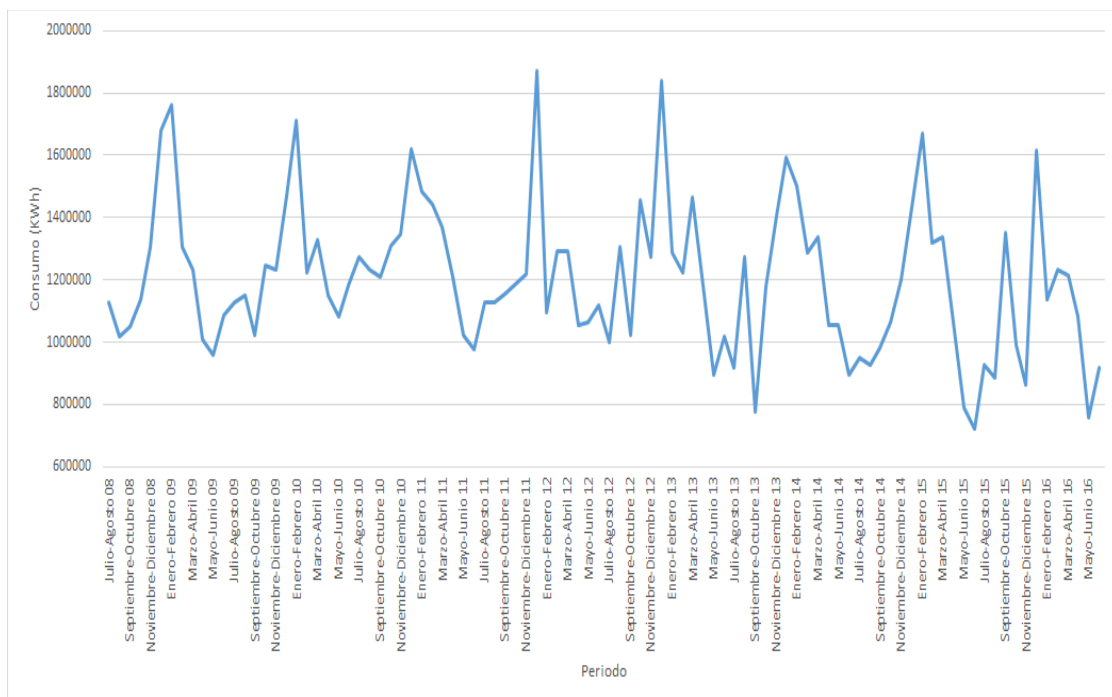


Figura 8.1. Comportamiento del consumo de electricidad del 2008 al 2016

Como se aprecia en la gráfica anterior el comportamiento que tiene la electricidad con respecto al tiempo varía de forma drástica cuando asciende su consumo de noviembre a febrero y desciende de mayo a septiembre y este comportamiento se repite de manera cíclica. En adición se muestra de forma histórica como va disminuyendo el consumo de energía en varias ocasiones hasta el 2016.

La tabla 8.2 muestra los resultados del consumo total de gas natural de Dawson College en metros cúbicos consumidos durante el periodo julio 2008 a junio 2016. La empresa GasMetro proporciona el servicio de suministro de gas a Dawson College en dos entradas del combustible, por la avenida Maisonneuve y Sherbrooke. En la presente tabla está representado el total de la suma de las dos entradas. De esta forma se puede apreciar que el periodo en donde se tiene un mayor consumo es en 2009-2010 con una cantidad de 342,413 m³ de gas natural, por otro lado, en el periodo 2015-2016 donde se observa el menor consumo de gas natural, lo que representó hasta un 57 % menos con respecto al de mayor consumo.

Tabla 8.2. Resultados de Consumo de gas natural del 2008 al 2016

	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
PERIODO	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)
<i>Julio-Agosto</i>	4174	4033	2173	2513	1818	2905	2844	2316
<i>Agosto-Septiembre</i>	4004	4810	2464	3902	2815	2687	4307	3387
<i>Septiembre-Octubre</i>	6391	15422	6018	9880	8353	4543	10408	8412
<i>Octubre-Noviembre</i>	16650	30252	18912	21266	20689	15224	19143	14651
<i>Noviembre-Diciembre</i>	34118	42356	39172	25859	20002	24970	28946	15282
<i>Diciembre-Enero</i>	55460	66280	56216	53102	29016	55900	46302	28970
<i>Enero-Febrero</i>	67062	76980	48958	50279	34302	53429	55045	20632
<i>Febrero-Marzo</i>	58858	51612	33232	36835	23720	35444	42404	19481
<i>Marzo-Abril</i>	44503	27283	30716	10541	21432	32943	31552	16798
<i>Abril-Mayo</i>	9955	15730	19741	13391	8309	13566	8299	11333
<i>Mayo-Junio</i>	5727	4644	5612	4293	3838	5841	4108	3296
<i>Junio-Julio</i>	6589	3011	3398	2464	3486	3761	2790	2611
TOTAL	313491	342413	266612	234325	177780	251213	256148	147169
%Disminución del consumo	8	0	22	32	48	27	25	57

Se puede observar en la Figura 8.2 que el comportamiento que tiene el consumo del gas natural con respecto al tiempo es un incremento y un decremento en diferentes periodos. Los puntos más altos que se efectúan representan al igual que en la electricidad los periodos comprendidos desde noviembre hasta marzo, y los puntos bajos de mayo a septiembre.

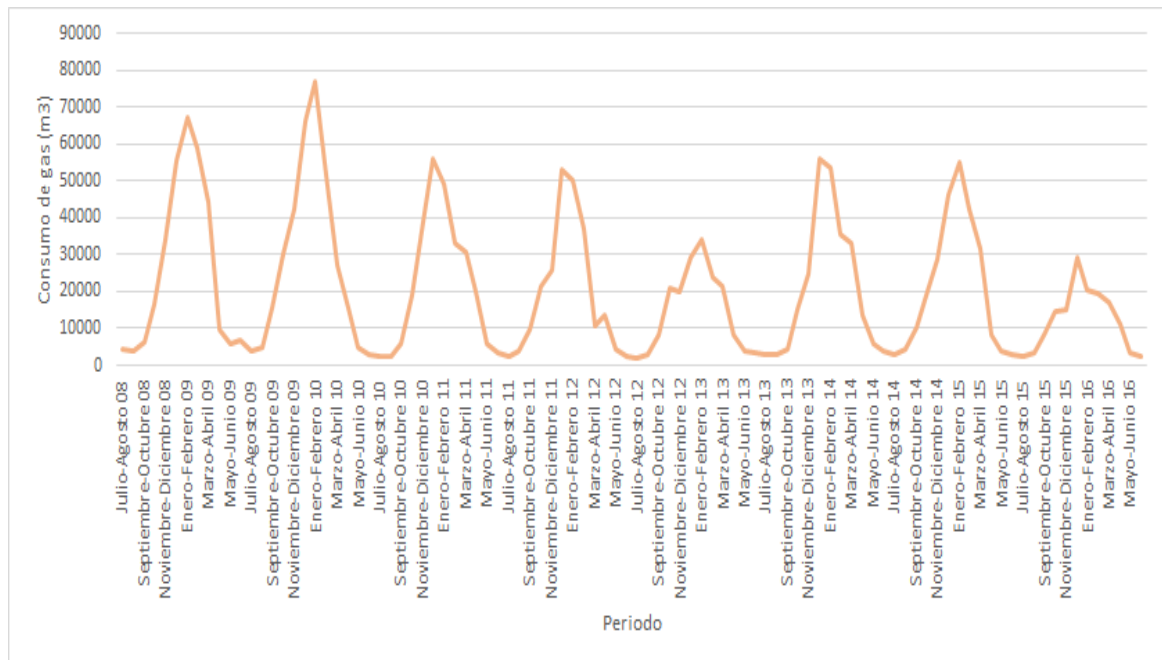


Figura 8.2 Comportamiento del consumo de gas natural (m³) con respecto al tiempo

La causa del decremento periódico anual del consumo observado en la gráfica, se puede explicar de acuerdo a que se presenta el periodo de verano debido a que no es necesario el mayor consumos de combustible para la calefacción, así como también coincide con el fin del periodo escolar, y en donde las actividades del colegio son suspendidas en gran medida. Desde este punto de vista el clima determina el consumo de energía para Dawson College.

El consumo tanto de gas natural como de electricidad está influenciado por las estaciones del año. Es decir, claramente se puede observar que los periodos de mayor consumo se dan en los meses donde se requiere utilizar calefacción que es en el invierno. De acuerdo a *Statistics Canada*, durante el invierno los hogares en Canadá utilizan diferentes fuentes para calefacción, se ha reportado que para los hogares

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá canadienses se utiliza el gas natural en un 50%, el 39% es por electricidad, el 7% a partir de aceite, el 6% a partir de madera y solo el 1% a partir de propano; por lo que el gas natural y la electricidad son las fuentes más usadas para las calefacciones, sin embargo, esto no solo se da para los hogares, sino también es aplicable a muchas edificaciones. Aunque el gas natural se utiliza mayormente en provincias como Ontario y British Columbia, para Quebec la electricidad es una de las fuentes de energía predominante para la calefacción (*Statistics Canada, 2011*).

Para el caso de los residuos no valorizables, se obtuvieron los datos de los recibos de la empresa *RCI Environnement* que llevó a disposición final (relleno sanitario) los residuos generados en Dawson College del periodo comprendido entre julio de 2014 a junio 2016, dado a que no se contaron con registros de los años anteriores (Tabla 8.3).

Tabla 8.3. Resultados de disposición de residuos (2014-2016)

	2014-2015	2015-2016
PERIODO	Peso (TON)	Peso (TON)
<i>Julio</i>	8	13
<i>Agosto</i>	12	13
<i>Septiembre</i>	23	17
<i>Octubre</i>	19	16
<i>Noviembre</i>	20	22
<i>Diciembre</i>	15	12
<i>Enero</i>	12	10
<i>Febrero</i>	18	18
<i>Marzo</i>	20	12
<i>Abril</i>	15	14
<i>Mayo</i>	16	18
<i>Junio</i>	17	10
TOTAL	195	175

En la tabla 8.3 se muestra la generación de residuos en Dawson College, únicamente se puede apreciar un decremento de la cantidad de residuos generados en el periodo 2015-2016 donde la generación fue de 175 toneladas con respecto al año 2014-2015 donde fueron 195 toneladas, lo que representó una disminución del 10% de los residuos generados en Dawson y mandados a relleno sanitario.

El comportamiento que tiene la generación de residuos durante dos años fiscales no es diferente al comportamiento de las gráficas anteriores. Se puede observar que aparece un incremento de residuos en los meses agosto a diciembre y marzo a julio; por otra parte el mes en donde existe un decremento fue en enero y febrero (Figura 8.3).

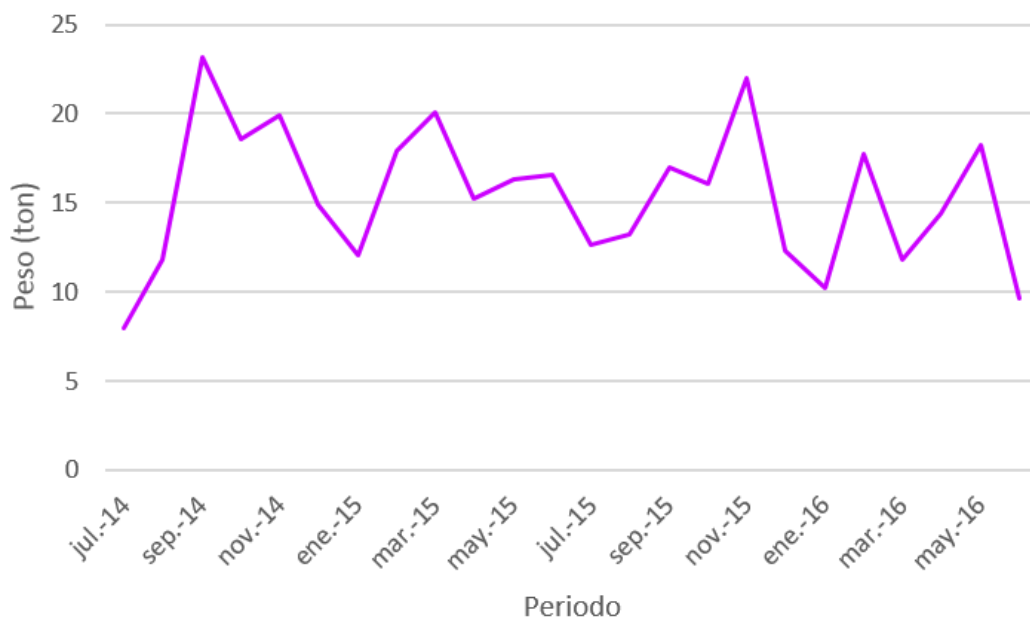


Figura 8.3 Comportamiento de la generación de residuos contra el tiempo

Cabe señalar que con respecto a los resultados de las gráficas, la generación de residuos luce favorable debido a que se observa una disminución de la generación para el 2016. De acuerdo a *Statistics Canada* (2014) la generación de residuos en la provincia de Quebec es de 696 kg/persona/año, por lo que la generación per cápita es de 1.91 Kg/persona/día. En cuanto a Dawson College, tomando en cuenta que la población estudiantil son 11,000 alumnos, la generación per cápita en el 2014-2015 fue de 0.05 kg/persona/día y para 2015-2016 es de 0.04 Kg/persona/día. Esta generación tan reducida, menos de 50 gramos por persona al día de residuos no valorizables y mandados a disposición final, además de ser porque no se contabilizan los residuos que los alumnos generan en su casa, no hace más que reforzar algunas

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

actitudes de la comunidad de Dawson, como que muchos de los estudiantes llevan comida en contenedores reusables, o bien al estar muy cercano la plaza comercial Alexys Nihon, donde hay comercios de comida muchos estudiantes comen dejando la basura en la misma plaza.

8.1.2 Compilación de datos de emisiones de CO₂ en Dawson College

Para realizar este punto se contaron con dos fuentes de información, por un lado se obtuvieron los datos de las emisiones en toneladas de CO₂, CH₄ y N₂O, así como en toneladas de CO₂e (Dióxido de Carbono equivalente) generados por Ecometrica, que es una empresa de Montreal que realiza estudios sobre la cuantificación de gases que contribuyen con el cambio climático; y por otro lado la obtención de toneladas de CO₂ y CO₂e a través del uso de fórmulas dadas por bibliografía, como el sitio de *Environment and Climate Change Canada* (2016a).

Inicialmente se consideraron los resultados del reporte de la empresa Ecometrica realizado para Dawson College durante el periodo 2011-2012 que se muestran en la tabla 8.4.

Tabla 8.4 Emisiones de CO₂ equivalente en 2011-2012 (Ecometrica, 2013)

ACTIVIDAD	Emisiones totales (tCO ₂ eq)	Porcentaje de emisiones totales
Electricidad	44	5.8
Gas natural	444	58
Residuos generados	273	36
TOTAL	761	100.0

Se puede apreciar en la tabla 8.4 que el rubro de mayor emisión a la atmósfera es el consumo de gas natural, teniendo un porcentaje del 58% del total de las emisiones generando 444 toneladas de CO₂e.

En la tabla 8.5 se observan los resultados obtenidos a partir del reporte elaborado por la empresa *Ecometrica* sobre las emisiones de Dawson College, en donde se aprecian las diferentes toneladas emitidas por consumo de electricidad, gas natural y generación de residuos, así como la sumatoria general y el total de toneladas de CO₂e

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá para cada uno. Se puede conocer que el rubro donde se genera la mayor cantidad de emisiones es el consumo de gas natural, seguido de la generación de residuos con valores de 444, 273 y 44 toneladas de CO₂e respectivamente. Sin embargo, se observa que el rubro donde se genera la mayor cantidad de toneladas de CO₂ y de N₂O es por el consumo de gas natural, mientras que los valores más altos en emisiones de metano son en la generación de residuos.

Tabla 8.5 Generación de emisiones de CO₂e 2011-2012 (Ecometrica, 2013)

Fuente de emisión	Emisiones de Dióxido de carbono (tCO ₂)	Emisiones de Metano (tCH ₄)	Emisiones de óxido de nitrógeno (tN ₂ O)	Emisiones totales (tCO ₂ eq)
Electricidad	44	0.0029	0.0015	44
Gas natural	441	0.0087	0.0082	444
Residuos generados composteables	N/A	3.6	N/A	91
Residuos reciclables	N/A	3.6	N/A	91
Residuos no composteables/no reciclables	N/A	3.6	N/A	91
TOTAL	485	11	0.0097	761

Dado que no se contó con suficientes registros de emisiones, se investigaron fórmulas y factores dados por portales como el de “*Emission factors*” (2016) y por “*Environment and Climate Change Canada*” (2016b), así mismo, se contemplaron datos e información de Canadá y específicamente de la provincia de Quebec en cada uno de los rubros.

Las tablas 8.6 y 8.7 muestran los factores de emisión específicos para Quebec y el potencial de calentamiento que fueron utilizados para conocer la cantidad de emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O que se generaron a partir del consumo electricidad, gas natural y generación de residuos, así como el total en toneladas de CO₂e.

Tabla 8.6 Factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O para Quebec

Consumo	Factores de emisión (<i>emission factors, 2016</i>)		
Electricidad	tCO ₂ /KWh	tCH ₄ /KWh	tN ₂ O/KWh
	2.00E-06	2.00E-10	1.00E-10
Gas natural	tCO ₂ /m ³	tCH ₄ /m ³	tN ₂ O/m ³
	1.89E-03	3.70E-08	3.50E-08
Residuos mandados a relleno sanitario como disposición final	tCO ₂ /t	tCH ₄ /t	tN ₂ O/t
	N/A	5.23E-02	N/A

Tabla 8.7 Potencial de calentamiento de los gases de CO₂, CH₄ y N₂O

Potencial de calentamiento (<i>Environment and Climate Change Canada, 2016</i>)		
CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	21	310

Es importante considerar estos factores de emisión dada la particularidad de las emisiones que se dan, por ejemplo para las emisiones generadas del consumo de electricidad, es importante tomar en cuenta que en Montreal la electricidad utilizada se genera a partir de las hidroeléctricas, por lo que no generan mayores emisiones de CO₂ en comparación con la electricidad generada a partir de la combustión de combustibles fósiles (CCA, 2011).

Por otro lado es importante considerar el potencial de calentamiento global de cada gas (multiplicando la cantidad de gas emitida por su potencial de calentamiento global) y con ello estimar el valor de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) ya que las emisiones de GEI se registran y expresan como masa equivalente de CO₂ (CCA, 2011).

Estos factores se aplicaron a los datos obtenidos en el apartado 8.1.1 y con ello se obtuvieron las emisiones en toneladas de CO₂, CH₄ y N₂O, a partir de su sumatoria se obtuvo la emisión de las toneladas de CO₂e como se muestra en la tabla 8.8 y en la figura 8.4. Cabe señalar que no se tuvo la información completa de los residuos, pero

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
se generó el histórico de las emisiones totales, aunque para fines de análisis solo se consideró el periodo 2015-2016. Los cálculos detallados de las emisiones de CO₂ se muestran en el **Anexo E**.

En la tabla 8.8 se observan las emisiones que se obtuvieron de cada uno de los consumos, y también se puede apreciar que en el transcurso del histórico, es el gas natural es el que tiene una gran relevancia, ya que si se analiza por tipo de gas emitido se puede estimar que en promedio el 91.4% de las emisiones de CO₂, y el 79.86% del N₂O se originan por el consumo de gas natural; mientras tanto, el 99.91% de las emisiones de CH₄ son a partir de los residuos.

Tabla 8.8 Emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y CO₂e en Dawson College

	CONSUMO	Emisiones de dióxido de carbono (tCO ₂)	Emisiones de metano (tCH ₄)	Emisiones de Óxido de nitrógeno (tN ₂ O)	Emisiones totales (tCO ₂ e)
2008-2009	Electricidad	29	0.0029	0.0015	29.8
	Gas natural	592	0.0116	0.0110	595.2
	Residuos	S/D	-	S/D	-
	TOTAL	621	0.0145	0.0124	625.0
2009-2010	Electricidad	30	0.0030	0.0015	30.4
	Gas natural	646	0.0127	0.0120	650.1
	Residuos	S/D	-	S/D	-
	TOTAL	676	0.0157	0.0135	680.5
2010-2011	Electricidad	31	0.0031	0.0015	31.5
	Gas natural	503	0.0099	0.0093	506.2
	Residuos	S/D	-	S/D	-
	TOTAL	534	0.0130	0.0109	537.7
2011-2012	Electricidad	29	0.0029	0.0015	29.7
	Gas natural	442	0.0087	0.0082	444.9
	Residuos	S/D	-	S/D	-
	TOTAL	471	0.0116	0.0097	474.6
2012-2013	Electricidad	30	0.0030	0.0015	30.5
	Gas natural	335	0.0066	0.0062	337.5
	Residuos	S/D	-	S/D	-
	TOTAL	365	0.0096	0.0077	368.0
2013-2014	Electricidad	29	0.0029	0.0014	29.1
	Gas natural	474	0.0093	0.0088	477.0
	Residuos	S/D	-	S/D	-
	TOTAL	503	0.0122	0.0102	506.0
2014-2015	Electricidad	27	0.0027	0.0013	27.4
	Gas natural	483	0.0095	0.0090	486.3
	Residuos	N/A	12.6652	N/A	266.0
	TOTAL	510	12.6774	0.0103	779.7
2015-2016	Electricidad	26	0.0026	0.0013	26.4
	Gas natural	278	0.0054	0.0052	279.4
	Residuos	N/A	11.5118	N/A	241.7
	TOTAL	304	11.5199	0.0064	547.6

Para este periodo de 2015-2016 se puede apreciar que el gas natural el que sigue teniendo un mayor impacto en el total de las emisiones de CO₂e, ya que representa un 51% de las emisiones totales, seguido de la generación de residuos y su disposición final en rellenos sanitarios generando el 44.14% y por último el consumo de la electricidad con un 4.8% del total del CO₂e.

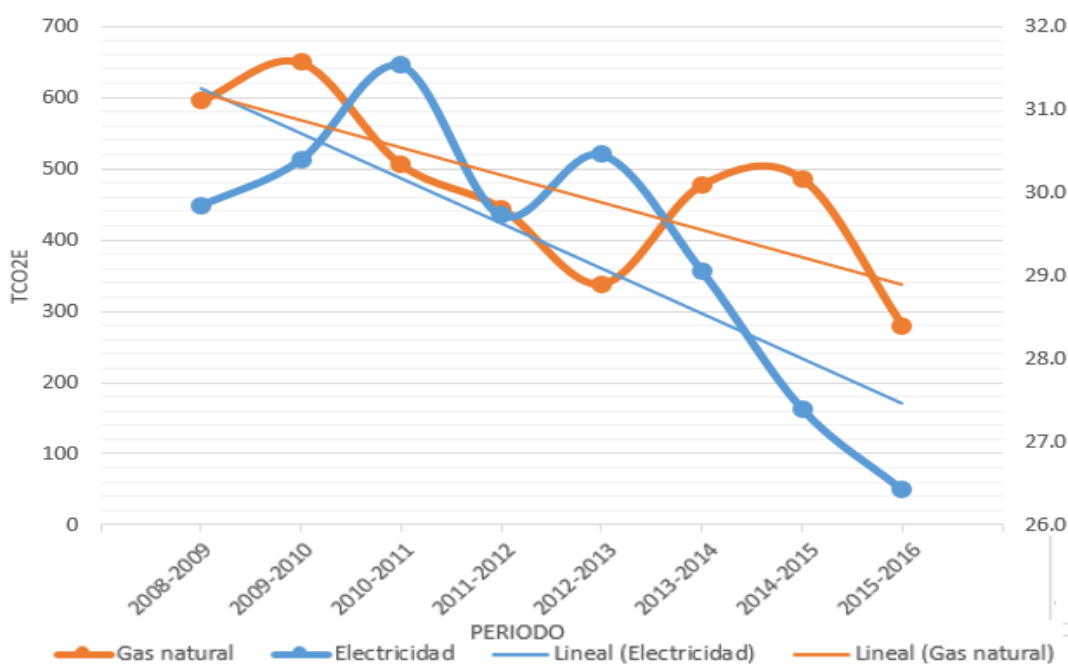


Figura 8.4 Tendencia de emisión de CO₂e del gas natural y electricidad

En la figura 8.4 se puede observar la evolución que han tenido las emisiones por efecto del consumo de gas natural y electricidad, en donde la electricidad en el transcurso del tiempo ha tenido cambios y se aprecia que durante los periodos del 2008-2009 hasta el 2010-2011 se observa un incremento de emisiones con cada año, pero en el periodo posterior empezó a invertir su tendencia, a pesar de que en el periodo 2012-2013 incrementó ligeramente se observa claramente que el comportamiento de energía ha sido de menor consumo cada año, por lo que las emisiones a la atmósfera son menores, en el periodo 2015-2016 se observa el valor más bajo de todos, emitiendo solo 26 toneladas de CO₂e, lo que representa un 16.19% menos de emisiones, con respecto al periodo 2010-2011.

Un comportamiento similar de disminución en el año de estudio se observa en el gas

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

natural, ya que el periodo de mayor emisiones a la atmósfera por consumo de gas se presentó en el periodo 2009-2010 (toneladas de 650.1 CO₂e) y desde entonces hasta la fecha, se ha ido reduciendo las emisiones hasta en un 57% ya que se emitieron solo 279.4 toneladas CO₂e en el periodo 2015-2016.

Se puede observar que el gas natural tiene una repercusión elevada en las toneladas de CO₂e, debido a que en su utilización la quema del mismo genera una mayor cantidad de CO₂, y por su parte libera aproximadamente la mitad de CO₂ que la quema de carbón (Bullis, 2013).

Específicamente para el año de estudio se obtuvo una generación de 547.6 toneladas de CO₂e emitidos en el periodo 2015-2016, a pesar de que se aprecia una disminución del CO₂e del 24.72% de forma total (considerando electricidad, gas natural y residuos) con respecto al periodo anterior (2014-2015).

8.2 Resultados de las estrategias empleadas en Dawson para reducir emisiones y CO₂

8.2.1 Resultados de la búsqueda de estrategias empleadas en Dawson para reducir las emisiones a la atmósfera

Se investigaron las estrategias y acciones que en Dawson College se realizan para contrarrestar el impacto a la atmósfera por las emisiones de gases de efecto invernadero expresados en toneladas de CO₂ equivalente generadas en las diversas actividades por la institución. Como parte de los resultados de la búsqueda, se tuvo que consultar nuevamente a la M. en I. Veronique París, asimismo se entrevistó también al M. Ed. Chris Adam director de los proyectos de sustentabilidad en Dawson College y Annie Quadros representante del Sindicato de Estudiantes de Dawson, donde cada uno proporcionó información de las estrategias empleadas. Cabe señalar que en algunas estrategias que se describen a continuación no se tuvieron registros cuantificables por lo que no se pueden considerar dentro del balance de carbono. A continuación se describen las estrategias implementadas:

8.2.1.1 Empleo de estrategias de ahorro energético en Dawson College desarrollado por el Programa de Ahorro de Energía y mediante la empresa Johnson Controls

Como parte de las estrategias de ahorro energético que se consideraron en Dawson

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

College fue la implementación del Programa de Ahorro de Energía y mediante el contrato con la empresa “Johnson Controls” en el año 2011, quienes realizaron un proyecto en el cual se incluía una serie de acciones para reducir el consumo energético en las instalaciones de campus y de esta forma contribuir con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Como meta propuesta fue la disminución del consumo de gas natural en un 40% y de la energía eléctrica en un 12% de acuerdo al *Reporte de economía energética de Johnson Controls, 2011*, en donde menciona que el periodo del contrato es por 10 años, desde el 2011 hasta el 2022.

El proyecto incluyó Medidas de Mejora del Rendimiento (MAP), que a continuación se mencionan y que fueron implementadas durante el año 2010-2011:

- Optimización del sistema de refrigeración de agua
- La recuperación de calor usando un enfriador
- Optimización de equipos de calefacción
- Controles de optimización de construcción
- Sustitución de la iluminación en el College
- Mejora de la envolvente del edificio
- Sistema de precalentamiento "Luba solar"
- Optimización de los dispositivos de red y ordenadores del College (Verdiem)
- Sistemas electromecánicos puestos en marcha

De forma general cada una de las medidas empleadas fueron diseñadas para tener un mejor rendimiento energético en Dawson College, a través de la optimización de los equipos de calefacción, el aprovechamiento del aire calentado por los dispositivos para tener una recirculación y ahorrar energía, colocación de luminarias ahorradoras y sensores de movimiento para el apagado automático, viabilidad en la optimización de los sistemas computacionales para la maximización de ahorro de energía en dispositivos.

Los resultados de las medidas de mejora del rendimiento energético, tras su implementación fueron presentados a Dawson College a través de informes denominados “*Reportes de economía energética de Johnson Controls*” para los

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

diferentes años, que asimismo también fueron revisados por la organización *Consultor Progrée Inc* para tener una mayor efectividad en la verificación de los resultados de la disminución del consumo de electricidad y de gas natural por el empleo de las presentes medidas. Para las medidas mencionadas, *Johnson Controls* (2015) tomó como base el periodo de referencia 2007-2008 de acuerdo al año fiscal para hacer la comparación con los periodos posteriores de la implementación de sus estrategias y de esta forma visualizar la reducción de los consumos en las instalaciones.

La tabla 8.9 muestra la comparación entre el periodo de base de referencia, 2007-2008, donde el Dawson College aún no contaba con ninguna de las estrategias energética, y el consumo del periodo 2014-2015 que es último reporte publicado y donde se muestran los resultados de ahorro energético con las estrategias ya implementadas, considerando los consumos de electricidad (KWh) y gas natural (m³).

Tabla 8.9 Consumos en el periodo de referencia (2007-2008) y comparación con el periodo 2014-2015 (*Johnson Controls, 2015*)

PERIODO	Consumos (Linea de referencia)		Consumos por periodo	
	2007-2008		2014-2015	
	Electricidad (Kw/h)	Gas natural (m3)	Electricidad (Kw/h)	Gas natural (m3)
Julio	1,022,202	4,181	954,803	3,246
Agosto	1,029,902	4,710	990,931	3,578
Septiembre	1,047,504	6,411	918,656	6,851
Octubre	1,181,380	15,885	1,033,059	15,279
Noviembre	1,340,858	43,007	1,094,000	26,112
Diciembre	1,538,539	61,721	1,316,000	35,556
Enero	1,689,253	81,362	1,577,333	45,928
Febrero	1,544,561	94,470	1,376,381	51,703
Marzo	1,528,814	66,778	1,380,536	39,673
Abril	1,253,069	31,365	1,128,902	18,854
Mayo	1,123,221	10,799	955,991	6,347
Junio	1,023,733	5,503	827,524	3,314
TOTAL	15,323,036	426,191	13,554,116	256,442

Los datos anteriores fueron proyectados de manera mensual en comparación con el año de referencia (2007-2008). Se puede observar que el consumo disminuyó significativamente en electricidad y gas natural desde 15,323,036 KWh y 426,191 m³ hasta 13,554,116 KWh y 256,442 m³ respectivamente.

La Tabla 8.10 muestra los resultados con respecto a los balances de ahorro de las estrategias de mejora de Johnson Controls, obtenidos a partir de su reporte 2015, en

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá donde se tuvieron reducciones en el consumo.

Tabla 8.10 Resultados de las Medidas de Mejora de Rendimiento en Dawson en el periodo 2014-2015 (*Johnson Controls, 2015*).

Dawson College Tabla de la economía de la energía Periodo año 4- Julio 2014 a Junio 2015				
Referencia	Año de referencia ajustado	Actual	Total neto	Ahorro
Electricidad (KWh)	15,323,036	13,554,116	1,768,920	11.54%
Gas natural (m3)	426,191	256,442	169,749	39.83%

Como se apreció en la tabla anterior, se mostró una columna del año de referencia ajustado (2007-2008) en el cual cabe señalar que consiste en el ajuste con respecto a los *grados día*, en donde se consideran datos de periodos anteriores para hacer un promedio de consumo de electricidad o gas, y de esta forma tener una estimación parámetro como referencia. Por otro lado se observa un ahorro neto de 1,768,950 KWh y 169,749 m³, con respecto al año de referencia, que representa un ahorro en el consumo del 11.54% en electricidad y 39.83% en gas natural.

De la misma forma, Dawson College está consciente de que la disminución de la energía en equipos electrónicos es primordial para evitar un incremento de energía eléctrica, aunque los equipos informáticos y sus conexiones a la red apenas representan un 2% de la demanda energética. Es indispensable contar con medidas y pautas de ahorro para tener una eficiencia energética en los dispositivos de cómputo y en los sistemas de calefacción (Optimagrind, 2010).

8.2.1.2 Residuos mandados a valorización para reciclaje

Dawson College ha implementado una estrategia que consiste en la separación de los residuos valorizables (cartón, papel y vidrio/plástico/metal (VPM)) y los no valorizables (basura) mediante contenedores de separación colocados por todas las instalaciones del campus (Figura 8.5). La compañía *RécupérAction Maronniers Inc.* se encarga de llevar los residuos valorizables hasta el sitio de reciclaje en Montreal.



Figura 8.5 Contenedores de separación de residuos en el Dawson College

Para ésta estrategia se contó con información desde el periodo 2009-2010 hasta el año fiscal del presente estudio 2015-2016. Por lo que se recopiló la información de las toneladas de residuos por períodos y se muestran en la tabla 8.11.

Tabla 8.11 Toneladas de residuos mandados a reciclaje en Dawson College

Periodo	Carton (Ton)	Papel (Ton)	VPM (Ton)	Metal (Ton)	Total (Ton)
2009-2010	11.0	85.3	2.3	S/D	98.6
2010-2011	11.6	95.5	2.9	4.3	114.3
2011-2012	10.8	65.6	1.4	2.1	79.7
2012-2013	10.0	56.1	1.7	S/D	67.7
2013-2014	10.4	37.6	1.1	S/D	49.1
2014-2015	9.0	38.3	0.3	S/D	47.6
2015-2016	11.6	33.4	S/D	S/D	45.0

En la tabla 8.11 se puede apreciar que los residuos valorizables han ido en decremento en el transcurso del tiempo, contemplando que el papel ha sido el residuo más valorizable de todos los años, representa entre el 70-90% de los residuos valorizables en la institución. Por otra parte el metal se ha valorizado desde el periodo 2010-2011, sin embargo no se contaron con los registros para adicionarlos a la sumatoria.

Los residuos contribuyen de forma importante con las emisiones de los GEI, principalmente en la generación de metano, ya que cuando los residuos no son mandados a reciclaje y son mandados a rellenos sanitarios o vertederos a cielo abierto, los residuos al descomponerse generan biogases (CO_2 y CH_4), por lo que la acción implementada está reduciendo las emisiones al no irse a un vertedero. En el

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

caso del papel, que representa un factor potencial que se genera en altas cantidades, según la organización Mundial de la Salud (OMS, 2008), por cada 1 kg de papel reciclado el ahorro es de 1.5 kg de CO₂, por lo que su separación conlleva a una disminución de las emisiones, si por otro lado fuera a parar a un vertedero o sitio de disposición final.

Por otra parte, es importante considerar que los residuos al ocuparse como materia prima en procesos productivos implica una disminución directa del uso de materias vírgenes, lo que implica un cuidado de los recursos naturales, lo que implica también ahorros en el uso de agua y energía ya que muchas veces el reprocesamiento de materiales reciclados requiere menor cantidad de energía que el procesamiento de materiales vírgenes (González, 2007).

8.2.1.3 Implementación de Compostaje en Dawson College

Como parte de las estrategias que Dawson College ha implementado está el compostaje, que representa un proyecto dentro del cual se aprovechan los residuos orgánicos provenientes de la cafetería de la institución, en donde a las afueras del edificio se realiza la actividad mediante contenedores manuales de rotación para su proceso. El compostaje inició en el 2014 por iniciativa de estudiantes, hasta el presente año 2016, se encuentran participando activamente estudiantes voluntarios de diferentes programas, bajo la responsabilidad de Annie Quadros del Sindicato de Estudiantes de Dawson (DSU) (Figura 8.6).



Figura 8.6 Compostaje con residuos de la cafetería en Dawson College

Como se aprecia en las figuras, los residuos orgánicos se someten al proceso de degradación biológica aerobio, el compostaje, para que al término de su proceso se obtenga el humus de composta el cual es aprovechado en los huertos del mismo colegio. Quadros (2016) reportó que en las primeras 7 semanas del ciclo escolar 2016-2017 lograron compostear 422 Kg de residuos orgánicos, lo que representa aproximadamente 60 Kg a la semana que no se mandan a relleno sanitario, evitando así generar biogases en el mismo.

Con la información recabada a partir de los registros y con el factor de emisión de los residuos orgánicos en peso húmedo (0.1854 Kg CO₂e/Kg orgánicos) (Emission factors, 2016) se realizó la equivalencia de las toneladas que se están evitando por la realización del proceso en la institución. Se determinó que mediante los 422 Kg de residuos orgánicos, se está dejando de emitir 78 Kg CO₂e durante las 7 semanas.

Como parte de las acciones implementadas la composta representa una iniciativa de disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, mediante el aprovechamiento de los residuos orgánicos para la transformación de humus y utilización para beneficio del campus, en lugar de generar GEI en un vertedero, como lo menciona el Gobierno de España (2013), ya que para ellos, el compostaje presenta diferentes ventajas para reducir el impacto a la atmósfera, no sólo en los vertederos sino que consideran además las emisiones generadas para transportar estos residuos a ellos, pero sin duda también le dan valor debido a su posterior utilización teniendo un cierre del reciclaje.

Cabe resaltar que no se contaron con datos de compostaje durante el año fiscal de estudio 2015-2016, por lo que no se contempló dentro de los balances de carbono del próximo apartado.

8.2.1.4 EcoCorner como estrategia para valorizar residuos y ayudar a la sociedad

Para el presente punto, el M. Ed. Chris Adam como representante de los proyectos de sustentabilidad de Dawson College, proporcionó la información acerca del origen y descripción de la EcoCorner (EcoEsquina). Describiendo que la EcoCorner surgió

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá como una estrategia en el 2008, para la reducción de residuos dentro del campus, separación y acopio de artículos que los estudiantes no utilizan. Ésta iniciativa fue desarrollada por estudiantes, profesores, supervisores y facilitadores como una acción de conservación hacia el desarrollo de la sustentabilidad en Dawson College (Adam, 2016).

El espacio determinado para la disposición de materiales consta de espacios en donde se depositan: cartuchos de tinta, lentes, celulares y baterías (Figura 8.7). Cada material tiene un diferente destino ya sea a reciclaje o reutilización para apoyar a la sociedad, que a continuación se mencionan.



Figura 8.7 Vista de la EcoCorner para los residuos en Dawson College

Pilas y Baterías. Estos insumos después de su utilización, y dado a que algunas pueden contener características de peligrosidad, se consideran como residuos peligrosos, por lo que Dawson College los dispone de manera especial para su reciclaje en Montreal luego que el contenedor esté lleno.

Cartuchos de tinta. Los cartuchos luego de su uso pueden volverse a utilizar por lo que son enviados a compañías de cartuchos de tinta en la provincia de Toronto para su reutilización.

Lentes. Para este residuo, muchas veces no se sabe acerca de su disposición, pero en

Dawson College los lentes son enviados a países en desarrollo como Nicaragua, en donde Optometristas (Lents crafters) los revisan y se reparan para ayudar a las comunidades.

Celulares descompuestos. Esta sección está diseñada específicamente para darle disposición a los celulares que los estudiantes no utilizan, algunos de ellos en mejores condiciones son enviados a reparación para ayudar a comunidades en países en desarrollo, y los demás son enviados como disposición a reciclaje de electrónicos en Montreal.

Para la presente estrategia se proporcionaron registros acerca de la recolección de los materiales que se depositan en la EcoCorner y la cuantificación de ellos que se realiza de forma manual, se encuentra en el **Anexo C** denominado *Marco de Evaluación de la Sostenibilidad y Metas de Desempeño de Dawson College (2011-2012)*. Debido a que no se proporcionó la información más reciente se tomó un promedio de los periodos con respecto al año fiscal registrados del 2008-2009, 2010-2011 y 2011-2012.

Debido a que los materiales se encontraban contabilizados por unidad, se tuvo que determinar su peso de forma directa con una balanza como lo muestra la figura 8.8.



Figura 8.8 Pesaje de residuos recolectados en la EcoCorner

La tabla 8.12 muestra la cuantificación que se tuvo de cada uno de los materiales que son depositados en la EcoCorner para su separación y disposición correspondiente. Asimismo, se cuenta con una columna en la que se determinó el peso para conocer la cantidad de residuos que se están separando en Dawson College.

Tabla 8.12 Cuantificación de residuos de la EcoCorner en el periodo 2015-2016

Estrategia de implementación de la "EcoCorner" (2015-2016)		
	Unidades	Peso (Kg)
Cartuchos de impresora	727	18
Celulares mandados a reciclaje o reparación	131	11
Lentes colectados y enviados a países en desarrollo	233	3
Baterías	276	159
TOTAL DE RESIDUOS		191

La estrategia implementada para el promedio que se obtuvo para el año 2015-2016 generó un total de 191 Kg de residuos que se están separando y de cierta forma valorizando y evitando que se dirijan a un relleno sanitario.

La importancia de acopiar y valorizar este tipo de residuos tiene varias vertientes, no solo se evita que se pueda llegar a contaminar el ambiente debido a la peligrosidad (por los posibles metales pesados contenidos) de varios de estos materiales o residuos (pilas, baterías, cartuchos y celulares), o a los beneficios sociales al donar estos “residuos” para su reúso, sino que también las cantidades totales de estos residuos, son valorizadas de una u otra forma evitando así su disposición final en vertederos o rellenos sanitarios, por lo que se evita la generación de GEI, por lo que estos datos si se usaran en el balance de carbono en el próximo apartado.

8.2.1.5 Conservación de áreas verdes en Dawson College

La estrategia de conservación de áreas verdes en Dawson College ha sido muy importante para toda la comunidad, fomentando un cuidado de aproximadamente 12 acres (4046.85 m²) de espacio verde con árboles de Pino y Arce, algunos alrededor de 100 años de antigüedad (Dawson College, 2016c) (Figura 8.9).

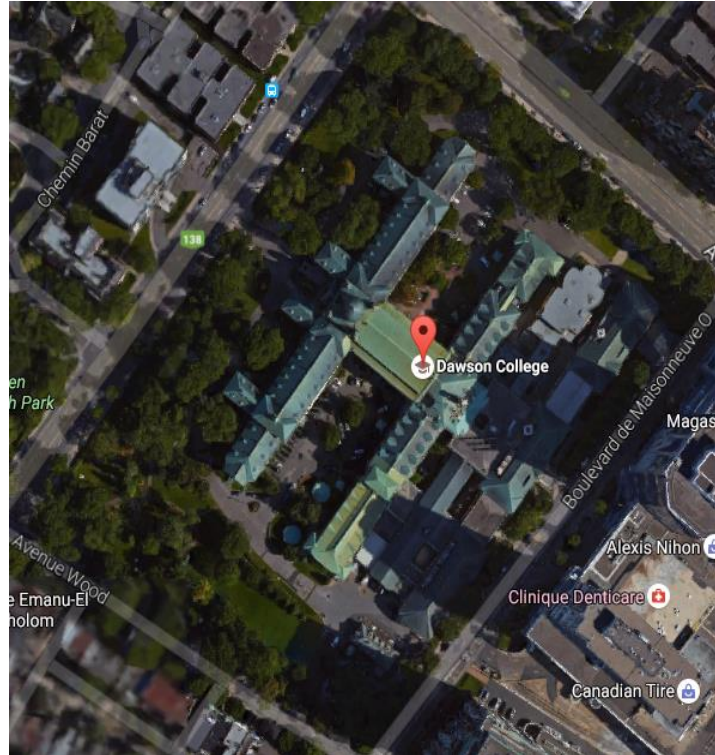


Figura 8.9 Vista de la conservación de las áreas verdes en Dawson College

Para la determinación del aporte que tiene el espacio destinado a la conservación se tomó en cuenta los árboles no solo porque promueven un ahorro energético, sino, porque pueden absorber el CO_2 y contrarrestar las emisiones que se generan en Dawson College al absorber CO_2 y convertirlo en O_2 . Para la contabilización de los árboles se realizó de forma manual en el interior del área perteneciente al College, se determinaron alrededor de 224 unidades de árboles.

8.2.2 Resultados del análisis de reducción de CO_2 con estrategias actuales en Dawson College (Total de CO_2)

8.2.2.1 Resultados de la obtención de toneladas de CO_2 dejado de emitir por las estrategias ya implementadas

Para el presente punto se obtuvo el valor de las toneladas de CO_2e que se dejan de emitir a la atmósfera gracias a las estrategias implementadas en Dawson College, para ello se investigaron factores de emisión de los GEI, el potencial de calentamiento y factores de ahorro de emisiones para el proceso del reciclaje y absorción de CO_2 , anteriormente en las tablas 8.6 y 8.7. Así mismo, se diseñaron fórmulas y realizaron

8.2.2.1.1 Emisiones evitadas por estrategias del “Programa de Ahorro de Energía”

Para la determinación de las emisiones evitadas en esta estrategia, se tuvo que realizar una estimación de la diferencia entre los resultados obtenidos anteriormente por Johnson Controls y los obtenidos con respecto al consumo de electricidad y gas natural del apartado 8.1, para saber la aproximación entre ellos y determinar si era factible utilizarlos para los cálculos del periodo 2015-2016 del presente estudio.

Los resultados de los consumos del periodo 2014-2015 de acuerdo a Johnson Controls fueron de 13,554,116 KWh y 256,444 m³, comparados con los datos obtenidos a partir de los recibos fueron de 13,464,000 KWh y 256,248 m³, por lo que el error relativo es de solo un 0.66% y 0.07% que denota la diferencia entre ellos, teniendo así una confiabilidad de 99.34% y 99.92% respectivamente siendo factible su utilización para el periodo 2015-2016 (Anexo G).

A continuación en la tabla 8.13 se muestran los resultados del cálculo del ahorro de consumos en el periodo 2015-2016, tomando como base el año de referencia 2007-2008 y los resultados del periodo 2015-2016 del apartado 8.1.

Tabla 8.13 Resultados de la reducción de consumo de electricidad y gas natural en periodo 2015-2016 por las estrategias del Programa de Ahorro de Energía

Dawson College Tabla de la economía de la energía Período Julio 2015 a Junio 2016				
Referencia	Año de referencia ajustado	Actual	Total neto	Ahorro
Electricidad (KWh)	15,323,036	12,984,000	2,339,036	15.26%
Gas natural (m3)	426,191	147,169	279,022	65.47%

Como se observó en la tabla anterior, tras el empleo de las estrategias del Programa de Ahorro de Energía hasta el año 2015-2016 se tuvo una reducción considerable de un 15.26% de electricidad y un 65.47% de gas natural, por lo que está cumpliendo con lo que anteriormente postuló con respecto a los objetivos de reducción de un 40% de consumo de gas natural y 12% de consumo de electricidad.

A partir de los resultados obtenidos para el periodo 2015-2016 por el Programa de Ahorro de Energía en la tabla 8.13, se realizaron las conversiones del ahorro de los consumos a toneladas de CO₂e que se evitaron por las medidas empleadas, utilizando los mismos factores de emisión de la tabla 8.6 por *Emission factors*.

La tabla 8.14 muestra las conversiones que se obtuvieron a partir de los consumos de electricidad y gas natural, así como la cuantificación de las emisiones de las toneladas de CO₂, CH₄ y N₂O para la generar el total de las emisiones evitadas.

Tabla 8.14 Emisiones evitadas por el empleo de las estrategias del Programa de Ahorro de Energía en el periodo 2015-2016

Consumos		Emisiones de dióxido de carbono (tCO ₂)	Emisiones de metano (tCH ₄)	Emisiones de Óxido de nitrógeno (tN ₂ O)	Emisiones totales (tCO ₂ e)
Electricidad (KWh)	12,984,000	25.97	0.00260	0.00130	26.43
Gas natural (m³)	147,169	277.71	0.00545	0.00515	279.42
Total		303.68	0.00804	0.00645	305.84

En la tabla anterior, se pudo observar la cuantificación del total de las emisiones que se evitan por el empleo de las estrategias por el Programa de Ahorro de Energía, en donde la mayor cantidad de emisiones evitadas se da por el ahorro del consumo del gas, representando un 99% de las emisiones obteniendo como sumatoria un resultado 305.84 toneladas de CO₂e que se evitan por el empleo de las medidas.

Se muestra en la figura 8.10 la comparación entre las emisiones que se tuvieron en el periodo 2007-2008 de electricidad y gas natural sin las estrategias del Programa de Ahorro de Energía, y las emisiones del periodo 2015-2016, y a pesar de que se tiene una reducción de las emisiones de CO₂e en el periodo actual a comparación con el periodo de referencia, todavía se sigue consumiendo de acuerdo a la tabla 8.13, 12,984,000 KWh y 147,169 m³ y representan 305.84 tCO₂e emitidas que se tienen que contrarrestar.

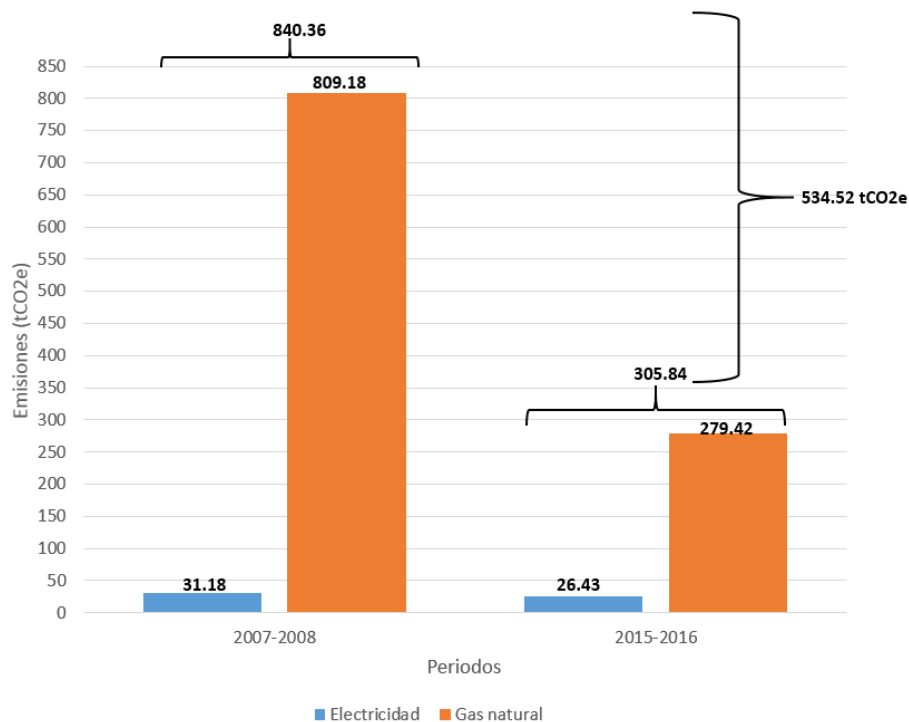


Figura 8.10 Comparación de la reducción de las emisiones de CO₂e del periodo 2007-2008 y el 2015-2016

8.2.2.1.2 Emisiones evitadas por residuos enviados a reciclaje

Las emisiones evitadas que se calcularon para ésta estrategia, se determinaron de dos formas, por las emisiones evitadas en un sitio de disposición final y por otro lado en las emisiones evitadas en un proceso de reciclaje, esto considerando los datos de los residuos generados para el reciclaje de la tabla 8.11 (solo el periodo 2015-2016 para el presente estudio).

En primera instancia se calcularon las toneladas de los GEI que se dejaron de emitir por no mandar los residuos a un sitio de disposición final como lo es un relleno sanitario, se utilizaron los factores de emisión para residuos de la tabla 8.6, de igual forma mediante su multiplicación por el factor de calentamiento (fc) de cada uno de los GEI se obtuvo el total de las emisiones de CO₂e.

En la tabla 8.15 se resaltan las conversiones de cada uno de los residuos mandados a reciclaje, pero se puede observar que en las columnas de las emisiones de CO₂ y N₂O

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

no se genera una emisión suficiente para contabilizarse por lo que no aplican (N/A) y solamente se hizo la conversión con las emisiones de CH₄, que es el principal gas causante de las emisiones totales con 49.4 toneladas de CO₂e en el periodo 2015-2016. Cabe señalar que éste resultado se utilizará para el posterior balance de CO₂e para tener la sumatoria de lo que se está evitando por no enviar los residuos a un relleno sanitario.

Tabla 8.15 Emisiones evitadas por no enviar los residuos a un relleno sanitario en el periodo 2015-2016

	Residuos	Peso (Ton)	Emisiones de dióxido de carbono (tCO ₂)	tCO ₂ *fc (CO ₂)	Emisiones de metano (tCH ₄)	tCH ₄ *fc (CH ₄)	Emisiones de Óxido de nitrógeno	tCO ₂ *fc (N ₂ O)	Emisiones totales (tCO ₂ e)
2015-2016	Cartón	11.6	N/A	-	0.6	12.7	N/A	-	12.7
	OTM	33.4	N/A	-	1.7	36.7	N/A	-	36.7
	VPM	0	N/A	-	0	0	N/A	-	0
	Total	45.0	N/A	-	2.4	49.4	N/A	-	49.4

Por otro lado, se determinaron las emisiones totales que se evitan por mandar los residuos a reciclaje como materia prima, tomando en cuenta cada uno de los diferentes residuos como el Cartón, Papel (OTM) y VPM (Vidrio, Plástico y Metal) que se generan en Dawson College. Para esta sección se obtuvieron los factores de emisión de cada uno de los residuos generados de acuerdo a *Reseau Action Climat-France* (2006) y *eco-emballages*, (2012) en donde los factores permitieron tener las conversiones directas a lo equivalente en toneladas CO₂e (Tabla 8.16)

Tabla 8.16 Factores de emisión para obtener tCO₂e por residuo (Reseau Action Climat France 2006, Eco-Emballage, 2012)

Factores de emisión (Réseau Action Climat-France/Eco-emballages)				
Carton (tCO ₂ e/t C)	Papel (OTM) (tCO ₂ e/t OTM)	Vidrio (tCO ₂ e/t V)	Plástico (tCO ₂ e/t P)	Metal (tCO ₂ e/t M)
		0.46	2.29	6.89
3.5400	0.0044	VPM (tCO ₂ e/tVPM)		
		3.21		

Es importante mencionar que al no conocerse los kilogramos exactos de la generación de vidrio, plástico y metal y solo conocerse los datos de su total en conjunto como VPM, se optó por hacer la suma de los factores de cada residuo y dividirlo entre tres para tener una aproximación más homogénea.

En la Tabla 8.17 se pueden observar la conversión total de emisiones evitadas en toneladas de CO₂e de lo que representa reciclar los residuos, que para Dawson College son 41.2 toneladas de CO₂e para el periodo 2015-2016. Cabe señalar éstas toneladas se utilizarán para el posterior balance de CO₂e para determinar la sumatoria del CO₂e que se está evitando por las estrategias empleadas.

Tabla 8.17 Emisiones evitadas (CO₂e) al mandar a reciclaje los residuos

	Residuos	Peso (Ton)	Emisiones totales (tCO ₂ e)
2015-2016	Cartón	11.6	41.0
	OTM	33.4	0.1
	VPM	0	0
	Total	45.0	41.2

8.2.2.1.3 Emisiones evitadas por el proyecto EcoCorner

A partir de los datos obtenidos del pesaje de cada material depositado en la EcoCorner, se determinó las emisiones que se están evitando por no enviar los residuos a un relleno sanitario por lo que se utilizaron los factores de emisión de la tabla 8.6, de igual forma mediante su multiplicación por el factor de calentamiento.

En la siguiente tabla (8.18) se muestra la conversión de las toneladas de residuos que se obtuvieron a partir de un promedio para el periodo 2015-2016 a toneladas de CO₂e por no enviarlos a un relleno sanitario como sitio de disposición final, y en su lugar enviarlos a valorización o reciclaje.

Se puede observar que la cantidad total de CO₂e que se evita es mucho menor a una tonelada 209.7 Kg, por lo que es una cifra que en vez de ser dispuesta a la basura, fue dispuesta de forma correcta debido a la iniciativa y está reduciendo emisiones por la estrategia desempeñada. Cabe resaltar que la presente cifra será utilizada para el

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
balance de reducción de emisiones en el siguiente apartado.

Tabla 8. 18 Conversión de toneladas evitadas de CO₂e de la EcoCorner

Estrategia de implementación de la "EcoCorner" (2015-2016)						
	Desecho	Peso (Ton)	Emisiones de dióxido de carbono (tCO ₂)	Emisiones de metano (tCH ₄)	Emisiones de Óxido de nitrógeno (tN ₂ O)	Emisiones totales (tCO ₂ e)
2015-2016	Cartuchos de impresora	0.0182	N/A	0.000950	N/A	0.0200
	Celulares para reciclaje o reparación	0.0109	N/A	0.000571	N/A	0.0120
	Lentes	0.0029	N/A	0.000152	N/A	0.0032
	Baterías	0.1590	N/A	0.008313	N/A	0.1746
	Total	0.1910	N/A	0.009986	N/A	0.2097

8.2.2.1.4 Emisiones evitadas por conservación de áreas verdes

Para la obtención de las toneladas de CO₂ que se absorben por la cantidad de árboles en Dawson, se consideró la referencia del estudio de *Indicadores de Impacto del programa de Plantación de Árboles* de la organización *Taking root* (2015) (**Anexo D**), esta empresa propone mediante balances del carbón que puede capturar un árbol, para realizar lo anterior este programa cuenta con registros de los árboles existentes en Montreal, en estos balances considera una aproximación con respecto a la edad del mismo. Por lo que la equivalencia es de 1 tonelada de CO₂ es capturado por 4.52 árboles, de acuerdo a este dato, a continuación se muestra la equivalencia de toneladas de CO₂ que Dawson está dejando de emitir por la absorción de los árboles en el campus (Tabla 8.19).

Tabla 8.19 CO₂ capturado por árboles del Dawson College

Árboles en Dawson (unidad)	Emisiones evitadas (tCO ₂)
224	49.6

Por lo anterior se estima que los 224 árboles que están en el Dawson College, absorben de manera anual 49.6 toneladas de CO₂.

8.2.2.2 Resultados del balance de Carbón emitido y Carbón dejado emitir

Con respecto a los resultados obtenidos en los puntos anteriores, de acuerdo a las emisiones generadas en Dawson College y lo que se deja de emitir por las estrategias empleadas, se realizó un balance entre las toneladas de CO₂e emitidas en el campus y las dejadas de emitir, para obtener la cantidad de toneladas de CO₂e restantes para poder diseñar las estrategias y poder llegar a carbón neutro (Tabla 8.20). Cabe resaltar que en el presente balance son de las emisiones totales generadas por el consumo de electricidad, gas natural y generación de residuos; se encuentra implícito la reducción del consumo por parte de las estrategias de Johnson Controls.

Tabla 8.20 Balance de emisiones emitidas y dejadas de emitir en Dawson College en el periodo 2015-2016

BALANCE			Emisiones de dióxido de carbono (tCO2)	Emisiones de metano (tCH4)	Emisiones de Óxido de nitrógeno (tN2O)	Emisiones totales (tCO2e)	Balance total (tCO2e)	
2015-2016	Emisiones totales generadas	Electricidad	26	0.0026	0.0012984	26.43	547.6	
		Gas natural	278	0.0054	0.0051509	279.42		
		Residuos	0	9.1584	0	241.75		
	Emisiones evitadas	EcoCorner		N/A	0.0100	N/A	0.21	140.40
		Residuos	Ahorro por no enviarlos a un relleno sanitario	N/A	2.3534	N/A	49.42	
			Ahorro por enviarlos a reciclaje	-	-	-	41.16	
		Conservación de áreas verdes (árboles)		-	-	-	49.60	
	BALANCE GENERAL							407.20

La Tabla 8.20 muestra el balance de CO₂e y cada una de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, cabe señalar que no se contaron con los datos para el cálculo de las emisiones de tCO₂, tCH₄ y tN₂O por lo que únicamente se consideraron las toneladas de CO₂e para el balance final, en donde se obtuvo un resultado de 407.2 tCO₂e como diferencia de las toneladas que se tienen que contrarrestar aplicando las estrategias sustentables.

8.3 Resultados del diseño de estrategias para la reducción de emisiones de CO₂

En este apartado se establecieron las estrategias posibles a implementar por Dawson para reducir las 407.20 ton de carbono emitido que aún es necesario contrarrestar de acuerdo al balance de carbono para neutralizar a cero. Para sistematizar la información se diseñó una **“Plataforma de Conversión a Carbono Neutro” (NCCP)** donde se podrá compilar la información de los consumos de electricidad, gas natural y generación de residuos, se podrán hacer también las conversiones a toneladas de CO₂e emitidas, también en esta plataforma se encuentran ya instalados los factores de conversión encontrados y diseñados para las estrategias que permitan ser Carbono Neutro; esta plataforma se muestra en el **Anexo F**.

En este apartado se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Establecimiento de estrategias y requerimientos para reducción de emisiones
- b) Análisis de viabilidad de las propuestas y cálculos para aquellas alternativas viables.

8.3.1 Plantación de árboles

Una de las estrategias propuestas para contrarrestar las emisiones restantes de Dawson College es la plantación de árboles. Esta estrategia fue elegida debido a que los árboles tienen la capacidad de captar el dióxido de carbono de forma natural para su crecimiento, pero de igual forma poseen grandes ventajas como proporcionar sombra en los hogares e instalaciones, esto significa que reduce la necesidad de aires acondicionados en un 30%, por lo que se minimiza la cantidad de combustibles fósiles quemados para producir electricidad (Bordelon, 2015).

De igual forma, plantar árboles conlleva a la generación de biomasa al caer al suelo en forma de hojas, semillas, ramas por lo que atrae especies de aves, mamíferos y contribuye al crecimiento de hongos y plantas para construir un mejor ecosistema. En cambio los beneficios también pueden darse no solo en la parte ambiental, sino que plantando árboles permite crear un ambiente de paz y armonía, en donde las personas pueden estar relajadas y despejadas, reduciendo los niveles de estrés (Community carbon trees, 2014) (Figura 8.11).



Figura 8.11 Plantación de árboles como acción de mitigación de GEI

8.3.1.1 Cálculos y viabilidad del diseño de la alternativa propuesta

De acuerdo a *Taking root* (2015), una organización que se dedica a la investigación y conversión de las toneladas de CO₂ que puede capturar un árbol y disminuir las emisiones a la atmósfera, se determinaron las equivalencias de las toneladas de CO₂ por árbol. Tomando en cuenta los estudios y registros realizados desde el 2010 hasta el 2015 de árboles plantados por la organización y el total de toneladas capturadas por año, se determinó una aproximación para la determinación del *factor de conversión de árboles* necesarios para capturar una tonelada de CO₂ (Tabla 8.21)

Tabla 8.21. Registros de conversión de Ton de CO₂ captadas por árboles

	Árboles plantados	Ton CO ₂ mitigadas	Factor conversor (árboles/ton CO ₂)	Error relativo (%)
2015	482,806	90,162	5.35	0.84
2014	301,889	65,941	4.58	0.06
2013	346,443	78,430	4.42	0.10
2012	281,711	66,207	4.26	0.26
2011	138,563	33,684	4.11	0.41
2010	54,221	12,342	4.39	0.13
		x	4.52	0.30
			Error absoluto (%)	6.61

Este factor de conversión fue obtenido como la media de los factores de conversión por año, se obtuvo un error relativo del 6.6% y fue de 4.52 árboles/ton de CO₂, por lo que la confianza de la determinación fue de 93.4%, lo que se consideró aceptable

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
para la determinación del presente diseño para solventar las 407.20 ton CO₂ que aún deben ser mitigadas en el colegio.

En la Tabla 8.22 se muestra la conversión, en donde mediante la utilización del factor de conversión se multiplicó directamente por los árboles necesarios para neutralizar las emisiones en términos de absorción de CO₂ que emite Dawson College en el periodo 2015-2016.

Tabla 8.22. Conversión de toneladas de CO₂ a árboles necesarios para contrarrestar las emisiones.

Emisiones generadas (tCO ₂ e)	Árboles necesarios
407.2	1840.5

La conversión de las emisiones generadas en tCO₂e para el periodo 2015-2016 fueron de 407.20 toneladas, lo que corresponden a 1840.5≈1841 árboles que se necesitan plantar para compensar las emisiones. Con este resultado, si Dawson College, plantará 1841 árboles lograría ser carbono neutro.

Para darle viabilidad al presente diseño propuesto, se debe plantear la factibilidad de realizar los estudios sobre características importantes que a continuación se describen:

- ❖ *Lugar de implementación:* El área destinada para la realización de la plantación de todos los individuos necesarios para la compensación debe ser pertinente, es decir el área debe de ser suficiente para que se introduzcan los árboles y así mismo, permitir su crecimiento sin perturbaciones o sobre competencia.
- ❖ *Tipo de especies de la región:* El conocer las especies de árboles de la región en donde se tiene contemplada la implementación es importante, debido a que aumenta la eficiencia de la captación de CO₂ en la atmósfera, además que contribuye con la reproducción de especies de la zona y no de especies introducidas, y disminuye la probabilidad de generar un desequilibrio en el

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
ecosistema.

- ❖ *Tamaño de las especies:* El tamaño o altura de las especies, es indiscutiblemente un factor que determina el crecimiento y adaptación de los árboles a medios diferentes, demasiados pequeños o grandes disminuye la probabilidad de supervivencia; sin embargo también es necesario considerar que los árboles capturan mayor CO₂ en su estado adulto.
- ❖ *Recurso financieros y humanos:* Se necesita contar con recursos monetarios para la implementación del proyecto de mitigación, así como de los recursos humanos para el desarrollo de la etapa planteada para la compensación, es importante recordar que no solo es necesario el personal para la plantación inicial, sino durante al menos el tiempo que el árbol llegue adaptarse al medio, es necesario darle una supervisión y en su caso procurar suministrar elementos necesarios para su supervivencia.

Dadas las características anteriores, no resulta viable la aplicación de la presente estrategia en la propiedad del Dawson College, debido a que en el sitio se cuenta con un espacio limitado, que ya se encuentra ocupado por áreas verdes e infraestructura. Sin embargo, como estrategia alternativa, existen los bonos de carbono y de acuerdo a López-Toache y colaboradores (2016), lo que se busca es la compensación de las emisiones de CO₂, por lo que con este mecanismo, países desarrollados como Canadá (que se encuentran en el Anexo I del Protocolo de Kyoto), pueden seguir contaminando sin una reducción necesaria de sus emisiones de forma directa, pero si bajo el financiamiento de fondos para proyectos en otros países que estén ligados a mercados de carbono. Con esto, la plantación de árboles para compensación de las emisiones del colegio, son viables en otro país bajo los bonos de carbono. Si el Dawson College opta por la estrategia propuesta en este diseño, deberá decidir su implementación, así como el desarrollo de los estudios pertinentes que le permitan su compensación a Carbono Neutro.

El Dawson College podrá hacer uso de la *NCCP* para sus conversiones subsiguientes, para los años posteriores, con el presente diseño.

8.3.2 Celdas fotovoltaicas

Las celdas fotovoltaicas, representan una solución en términos de producción de energía eléctrica, debido al aprovechamiento de la luz solar. El efecto conocido como “fotovoltaico” se genera cuando la energía lumínica produce dos tipos de cargas, positivas y negativas en dos medios semiconductores próximos, actuando como aislante cuando hay poca inserción de calor, y como conductor cuando hay mayor presencia de calor; produciendo un campo eléctrico que induce a la generación de una corriente eléctrica (Cañavera *et al.*, 2015). Esta estrategia sustentable puede representar una inversión en un inicio, pero después de un tiempo genera además una recuperación, podría representar un ahorro para el Dawson College al disminuir sus gastos por pago de energía eléctrica. Hoy en día existen Universidades que ya emplean celdas fotovoltaicas para obtener energía eléctrica (Figura 8.12).



Figura 8.12 Instalación de paneles fotovoltaicos en la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (Upemor), México

8.3.2.1 Cálculos y viabilidad del diseño de la alternativa propuesta

De acuerdo a las 407.2 toneladas restantes de CO₂e que deben ser mitigadas por el Dawson College obtenidas con anterioridad, para la presente estrategia propuesta se generó un factor de conversión respecto a *emission factors*, (2016), para la conversión de emisiones por consumo de electricidad proveniente de una hidroeléctrica para Dawson College, del presente estudio, a transformación a energía eléctrica necesaria para compensar las emisiones a la atmósfera.

Para la obtención de la electricidad compensable (EC), se utilizaron las Tablas 8.6 y

8.7 de factores de emisión (fe) de electricidad y potencial de calentamiento (PC); así como de las toneladas de CO₂e a mitigar, a continuación se muestra el diseño, partiendo de la fórmula para la obtención de las toneladas de CO₂e:

Ecuación para determinar las toneladas de CO₂e a partir del consumo de electricidad:

$$tCO_2e = EC * (feCO_2 * PCCO_2 + feCH_4 * PCCH_4 + feN_2O * PCN_2O)$$

Ecuación para determinar la energía eléctrica a partir de las toneladas de CO₂e:

$$EC = \frac{tCO_2e}{(feCO_2 * PCCO_2 + feCH_4 * PCCH_4 + feN_2O * PCN_2O)}$$

Con base en la ecuación para la determinación de la electricidad compensable se determinó el resultado tomando como referencia las 407.2 tCO₂e emitidas, esto para conocer la equivalencia en energía eléctrica a ser satisfecha por un sistema o modelo de paneles fotovoltaicos en el Dawson College (Tabla 8.23).

Tabla 8.23 Conversión de emisiones a requerimiento de energía eléctrica

Emisiones generadas (tCO ₂ e)	KWh requeridos
407.2	200,078,616

Se obtuvo que 200,078,616 KWh se requieren generar para compensar las emisiones generadas por Dawson College y llegar a ser Carbono Neutro. A partir de este resultado se podría estimar la cantidad de paneles fotovoltaicos que generaría dicha cantidad de KWh. Sin embargo, una realidad en el Dawson College es que en sus instalaciones, no es posible la aplicación e implementación de la estrategia propuesta, debido a que cuenta con algunas limitaciones para modificar del edificio, por estar denominado como patrimonio cultural de la región. Por lo que es necesario que las

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
autoridades del College, establezcan el lugar específico de implementación de los paneles fotovoltaicos dentro o fuera del país. Así mismo, una vez que se establezca el lugar de aplicación, para su factibilidad se plantean aspectos relevantes para verificar su viabilidad:

- ❖ *Estudios específicos de Irradiancia y radiación solar en la región:* Se requieren estudios e investigación de la cuantificación de radiación solar incidente en la región en donde se pretende implementar el sistema, para determinar las horas pico solares, es decir, el tiempo de operación de generación eléctrica.
- ❖ *Grado de inclinación y/o posicionamiento del sistema fotovoltaico:* La determinación del grado de inclinación mediante estudios, para el lugar a instalar, debido a que el posicionamiento varía con respecto a la ubicación geográfica, esto, para captar la mayor cantidad de radiación directa en el sistema.
- ❖ *Área disponible:* El contar con un área amplia y sin limitantes es benéfico para la integración del sistema fotovoltaico y tener un mejor rendimiento en un espacio determinado.
- ❖ *Eficiencia de los paneles fotovoltaicos a implementar:* Se requieren estudios para la determinación de la eficiencia de los paneles, y la consideración de los que son más eficientes para satisfacer la demanda de energía.

Considerando las variables anteriores, el presente diseño puede ser aplicado en un lugar diferente de las instalaciones del Dawson College, tomando en cuenta los bonos de carbono para implementarlo de manera conjunta en países en desarrollo. Cañavera y colaboradores (2015), en relación al potencial de la radiación solar en el mundo, catalogan a Canadá como un país que no es apto para las centrales de energía solar (Figura 8.13). Pero por otro lado, Dordas (2012) en el mercado de la energía renovable en Canadá, compara las condiciones de Alemania como líder mundial en capacidad fotovoltaica instalada y Canadá, y explica que aunque el país ocupa una posición discreta en el ranking de países según la capacidad fotovoltaica instalada, Canadá goza de buenos recursos solares, demostrando un gran potencial para tener un desarrollo potencial en este sector (Figura 8.14).

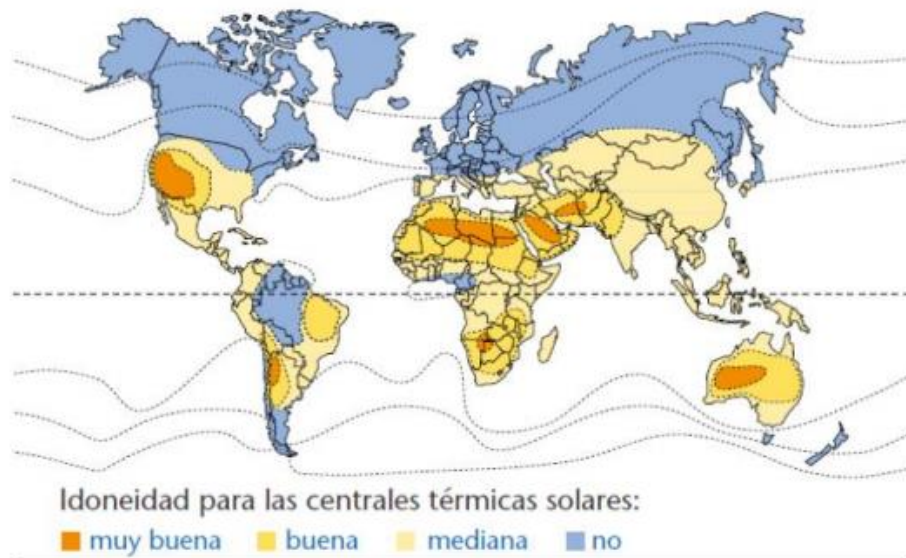


Figura 8.13 Potencial de la radiación solar en el mundo (Cañavera et al., 2015)

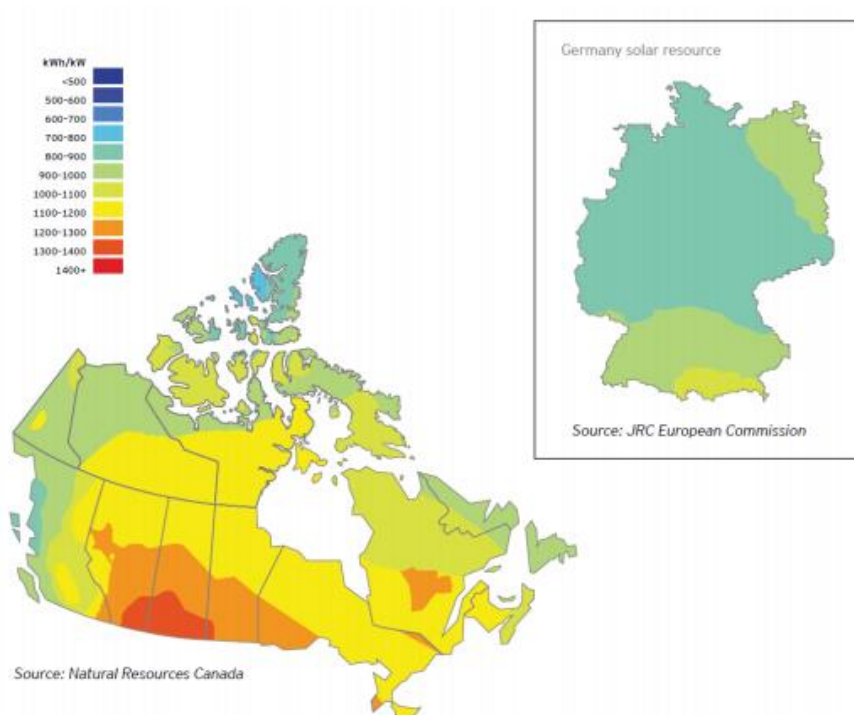


Figura 8.14 Recurso solares de Canadá vs Alemania (Dordas, 2012).

Por lo anterior, el potencial de recurso solar disponible en Canadá, da indicio que se podrían instalar en la misma región, pero se deberán considerar también algunos otros factores como la cantidad de luz al día en las diferentes estaciones del año, así

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
 como la cantidad de nieve que llega a caer, lo que podría cubrir los paneles afectando su productividad.

Por otra parte, las autoridades del Dawson College podrían considerar la posibilidad de aplicar esta estrategia en la modalidad de bonos de carbono, ya que en países como México, generar 407.2 tn CO₂e requiere de menor generación de KW/h que en Canadá, ya que en México al generar electricidad en su mayoría a partir de hidrocarburos contaminan más que en Canadá al generar su electricidad en las hidroeléctricas; por lo que si se analiza la inversión económica es menor instalar los paneles solares en México, ya que se requerirá generar menor cantidad de electricidad para mitigar las 407.2 toneladas de CO₂e (Tabla 8.24).

Tabla 8.24. Diferencias de generación de KW/h vs emisiones de CO₂e

	KWh	
1Ton CO ₂ e México	1,529	Combustible fósil
407.2 Ton CO ₂ e México	622,609	
1Ton CO ₂ e Canadá	491,352	Hidroeléctrica
407.2 Ton CO ₂ e Canadá	200,078,534	

8.3.3 Gestión Integral de los Residuos en el Dawson College

La Gestión Integral de Residuos brinda una oportunidad y respuesta para la disminución de los GEI asociados con la generación de los mismos y por su acumulación en sitios de disposición final (como los rellenos sanitarios), en los sistemas de recolección y en las operaciones del proceso de reciclaje. Si se lograra tener una mayor valorización de los residuos, así como si también se separará los residuos orgánicos para darles tratamiento (como el compostaje), al menos un 50% de los residuos se manejarían adecuadamente y con ello las emisiones que se producen en los rellenos sanitarios disminuirían en un 30% (Bräutigam *et al.*, 2012).

La estrategia sustentable en este apartado es realizar la Gestión Integral de Residuos para Dawson College, ésta se propone debido a que representa una acción pertinente en la adopción de políticas y regulaciones relacionadas con jerarquías internacionales de prevención y reducción de los residuos (Figura 8.15), en donde se debe considerar diferentes aspectos, desde la *minimización* a partir de la reducción de los residuos desde la fuente, es decir, desde el origen, mediante compras sustentables de productos que tengan menor impacto al ambiente, así como los localmente ofertados. Después se encuentra el *reúso* de los residuos, así como de la valorización de los mismos para mandarlos a un proceso de *reciclaje*, en donde son nuevamente son procesados utilizando menos energía, agua y otros recursos que se requerirían si se produjera desde un inicio o materia virgen. La recuperación de los residuos en términos energéticos también cumple un papel importante, ya que se puede aprovechar su poder calorífico, para tener hasta el último lugar de la jerarquía el mandarlos a un sitio de disposición final, de esta manera se reducirían de manera significativa las emisiones de GEI en las instalaciones (CCME, 2014).

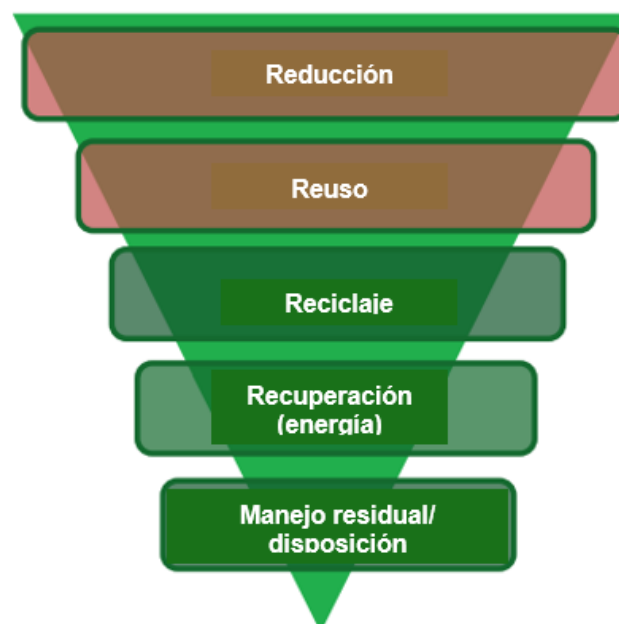


Figura 8.15 Jerarquía de la gestión de los residuos (CCME, 2014)

8.3.3.1 Desarrollo y viabilidad del diseño de la alternativa propuesta

Para el presente diseño no se utilizaron directamente las toneladas de CO₂e restantes, debido a que para fines de la gestión integral, inicialmente se tiene que realizar un diagnóstico actualizado de los residuos que se generan dentro del Dawson College. Según registros de sustentabilidad del Dawson College, el último diagnóstico que se realizó en el periodo 2009, en donde un 29% de los residuos generados son orgánicos, valorizando un 33% entre el cartón, VPM y papel y los 38% restante se desecha, y se dispone finalmente en un relleno sanitario (Figura 8.16). Estos datos arrojan un indicio de la generación de residuos de forma general en Dawson, así como de su valorización y su potencial aprovechamiento total de los residuos orgánicos en un tratamiento anaerobio.

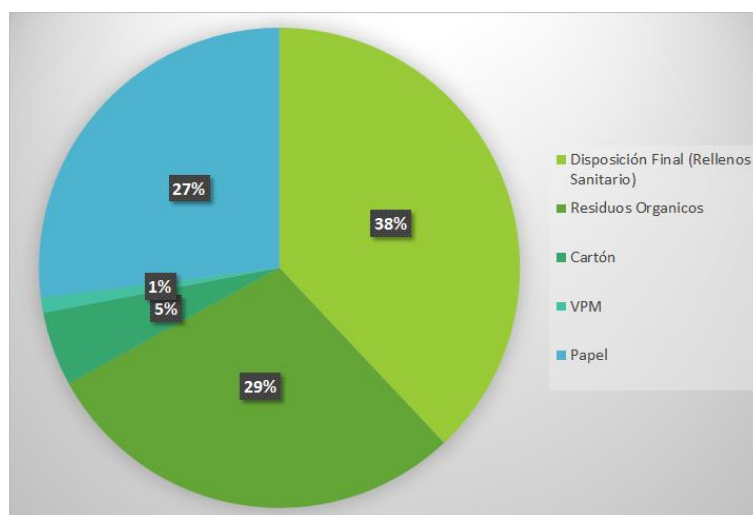


Figura 8.16 Diagnóstico de residuos en el Dawson College en 2009

Dado a que este diagnóstico fue realizado hace más de seis años, así como las estrategias que han implementado el Dawson College en los últimos años como la de los cilindros para bebidas (Figura 8.17) que puede disminuir la generación de residuos como las botellas de PET, o el compostaje realizado (Figuras 8.6 y 8.18) que permite el tratamiento de los residuos orgánicos, es necesario actualizar el diagnóstico, que permita conocer la composición actual de los residuos y el porcentaje generado de cada uno.



Figura 8.17 Botellas de bebidas como estrategia de minimización de residuos



Figura 8.18 Compostero en el Dawson College

Para la aplicabilidad de la estrategia propuesta, es recomendable elaborar e implementar de un plan de manejo, en donde ya una vez conocidas las características y se hayan identificado los residuos existentes, se deban llevar a cabo el análisis de las alternativas de cada tipo de residuos para minimizar o valorizar con prestadores de servicio de la región, así como las estrategias dentro del colegio, de acuerdo a Dávila-Solano y colaboradores (2014), se tienen que considerar y desarrollar lo siguiente:

- ❖ **Establecer las estrategias para el manejo integral de residuos generados en el colegio**
 - a) *Diagnóstico de la composición de residuos generados.*
 - b) *Evaluación de las alternativas de manejo de los residuos generados dentro y fuera de la institución.*
 - c) *Infraestructura:* Se deber contar con las instalaciones consideradas

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
como almacén de residuos, para los residuos que se mandarán a disposición final y aquellos valorizables. Es indispensable contar con un área de compostaje como tratamiento para los residuos orgánicos.

- d) *Estrategias de capacitación:* Es necesaria la capacitación y difusión para toda la comunidad del campus a cerca de las nuevas regulaciones de aprovechamiento, minimización y reducción de los residuos, desarrollando diferentes estrategias didácticas y dinámicas para su implementación.
- e) *Contenedores, separación y transferencia de residuos:* Se debe de implementar contenedores específicos para los residuos, depende de la estrategia desarrollada y con respecto a la clasificación de residuos otorgada: residuos orgánicos, valorizables y no valorizables.
- f) *Minimización de los residuos:* Mediante la prohibición o disminución de materiales y productos dentro de las instalaciones que generalmente son considerados contaminantes y que son difíciles de degradarse en el ambiente como el unicel, y la sustitución por materiales con características ambientalmente agradables.
- g) *Tratamiento de los residuos orgánicos:* Tomando en cuenta el porcentaje de generación de residuos orgánicos es totalmente recomendable someterlos a un tratamiento, mediante la realización de composta en las instalaciones y contribuir en parte a la reducción de los residuos orgánicos y aprovechamiento para generar humus como sustrato para las áreas verdes.

❖ **Procedimientos de registro y control**

Las formas de registro son relevantes, desde un punto de vista organizacional, es necesario el monitoreo mediante bitácoras que permitan tener una compilación de información en determinado tiempo, incluyendo las áreas de almacenamiento, tiempos de entrada y salida de los residuos, así como la cuantificación de los residuos valorizables, no valorizables y aquellos sometidos a un tratamiento.

❖ **Implementación de planes y medidas para evitar accidentes, manejo integral higiene y seguridad**

Se requiere la elaboración de programas que permitan a las personas relacionadas directamente con la generación de residuos saber actuar ante un riesgo como incendios, derrames, entre otros. Ideando acciones para evitar incidentes mediante la capacitación al personal para tener un control eficiente de los residuos.

❖ **Programa de actividades**

De manera general, se tiene que contar con un programa, mediante la calendarización de las actividades a realizar, las personas encargadas, tiempos, roles y otros datos que permitan tener una información completa para un manejo integral de los residuos.

❖ **Indicadores de desempeño para la evaluación de las metas establecidas**

A partir de todos los registros generados, como control y operación del manejo de residuos se podrá obtener la cuantificación de los residuos que se valorizan, para tomar decisiones de los proveedores que son capaces de llevarse los residuos generados, así se tendrá la cuantificación en forma positiva de los residuos que se dejaron de generar debido a la implementación del manejo de los residuos.

De esta manera el manejo integral de los residuos comprende un ciclo de vida desde la generación, hasta la disposición final; tomando en cuenta el diagnóstico del 2009, los residuos generados en el Dawson College han ido disminuyendo, debido a la valorización y actualmente su tratamiento mediante el compostaje, pero sin duda, la implementación de programas y metodologías para aumentar la valorización, disminuir los residuos que se van a disposición final y darle un aprovechamiento al 100% de los residuos orgánicos permitirían reducir sus emisiones de GEI en la atmósfera. Por lo que la presente estrategia sustentable se puede catalogar como viable, debido a que se puede implementar dentro de las instalaciones del Dawson College como una política y regulación para reducir la generación de residuos y llegar a ser carbono neutro a partir del manejo integral de los residuos.

8.3.4 Cambio de sistemas de calefacción (cambio de equipos de gas natural por eléctricos)

Las características propias de las instalaciones están determinadas por las condiciones del clima de las regiones, para el caso del Dawson College su ubicación geográfica hace que las demandas térmicas para calefacción durante el invierno y enfriamiento durante el verano en las construcciones sean altas.

Se han desarrollado nuevos conceptos vinculados con la eficiencia energética, es decir, la forma en la que se puede incidir de manera directa en el consumo y ahorro de la energía mediante equipos y sistemas eficientes que suministran energía, muchas veces en forma de calor, y también el aislamiento que evita tener pérdidas de calor en las infraestructuras (Optimagrid, 2010). Los sistemas ahorradores y de eficiencia energética que el Dawson College ha adoptado desde su implementación en el 2010-2011 por la organización Johnson Controls, ha permitido que su consumo energético sea abastecido por equipos eficientes que no requieren mucha energía y sistemas en los que se utilice un menor consumo energético cuando no se están operando totalmente los dispositivos, así como por las estrategias de recirculación de calor, lo que permitió disminuir el consumo de natural.

8.3.4.1 Desarrollo y viabilidad del diseño de la alternativa propuesta

La estrategia propuesta en este apartado, está relacionada directamente con el desarrollo y empleo de una eficiencia energética en el Dawson College. Tomando como base un cambio en el sistema de calefacción de las instalaciones, aquellas en donde se utilice gas natural (Figura 8.19) a sistemas de calefacción de energía eléctrica.



Figura 8.19 Sistemas de calefacción actual de requerimientos de gas natural

Como se ha visto anteriormente, la disminución del uso de gas natural al emplear las estrategias diseñadas por el Programa de Ahorro de Energía, permitió la reducción de aproximadamente el 65% de las emisiones de GEI por el consumo de gas natural, (de 809.18 a 279.42 ton CO₂e). Sin embargo, de acuerdo a París (2016), hoy en día se sigue utilizando aproximadamente el 25% de gas natural para el suministro de la calefacción (Figura 8.20), por lo anterior para su viabilidad, es pertinente seguir evaluando las estrategias de Johnson para aumentar la utilización de energía eléctrica mediante el seguimiento de medidas para reducir el uso de combustible.

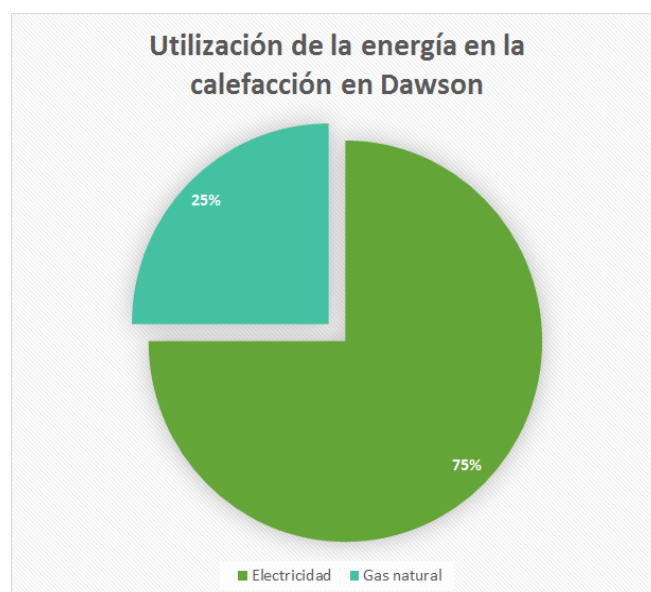


Figura 8.20 Utilización de la energía para calefacción en el Dawson College

8.3.5 Registro y cuantificación de otras fuentes de GEI

Existen otras fuentes de emisiones directas de GEI, como lo es el uso de gasolina y diésel en el Dawson College, o el uso de refrigerantes en los sistemas de enfriamiento. Sin embargo, no se cuenta con información completa de su consumo o del proceso incluyendo tiempos de operación, por lo que en la presente investigación no se pudo estimar y cuantificar dentro del balance estas emisiones de GEI. Por lo anterior es necesario establecer un sistema de registros con los datos pertinentes y necesarios que permitan hacer las cuantificaciones correctas de los GEI emitidos.

Para el caso del consumo de refrigerantes en el Dawson College, solamente se proporcionó información de algunos meses del periodo 2015-2016, así mismo mediante *Envira* (2016) se determinaron las toneladas de CO₂e por el consumo y tipo de refrigerante en el proceso (Tabla 25). Esta información permite tener una referencia del consumo de refrigerantes, así como del estimado de emisiones de CO₂e por su uso.

Tabla 25. Contabilización del consumo de refrigerantes reportados (2015-2016) y conversión a ton CO₂e (Envira, 2016)

Consumo de refrigerantes en el Dawson College				
	Fecha	tipo	cantidad (lb)	Emision (tCO ₂ e)
2015	enero	R404	3	5.33
	febrero	R404	3	5.33
		R404	3	5.33
	marzo	R404	3	5.33
	abril	R404	3	5.33
			Total	26.66
2016	mayo	R409	10	7.20
		R414	16	9.90
	junio	R414	8	4.96
	octubre	R414	2	1.24
			Total	23.29

La tabla anterior muestra las emisiones relevantes provenientes de los refrigerantes, sin embargo, debido a que no se cuenta con la información completa para asegurar si durante el proceso se utilizó el 100%, es recomendable tener el registro completo, incluyendo desde la fecha de compra, cantidad, tipo, utilización, cantidad recirculada,

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
 residual, etc., por lo cual se recomienda las seguimiento a la presente estrategia por medio de los registros diseñados en el presente apartado (Figura 8.21), debido a que ésta estrategia permitirá cumplir con el *Alcance 2 (Scope 2)*.

 REGISTRO DE CONTROL DE REFRIGERANTES							
Fecha de compra	Cantidad	Tipo	Fecha de utilización	Cantidad recirculada	Cantidad residual	No. Aparato	Observaciones

Figura 8.21 Registro diseñado para el control de refrigerantes en el Dawson College

9. CONCLUSIONES

- Se realizó la compilación de los datos en el Dawson College, logrando tener un histórico de consumos de energía eléctrica y consumo de gas natural del 2008 a 2016, así como los registros de disposición de residuos del 2014 al 2016, con ello se obtuvo un cálculo de las toneladas de dióxido de carbono equivalente emitidas, obteniendo así que para el periodo de estudio 2015-2016 se emitieron 547.6 de toneladas de CO₂e.
- Del análisis realizado sobre las estrategias ya implementadas en el Dawson College como las de eficiencias energéticas, reciclaje de residuos, para la disminución de emisiones de CO₂, se obtuvo un valor de reducción de 140.40 de toneladas de CO₂e derivado de las toneladas evitadas al mandarlas a reciclaje y conservación de áreas verdes principalmente para el periodo de 2015-2016.
- Con el dato de las emisiones generadas de 547.6 toneladas de CO₂e y las evitadas 140.40 de toneladas de CO₂e, por diferencia se obtuvo las emisiones aún generadas, 407.20 de toneladas de CO₂e durante el año escolar 2015-2016, y las cuales son necesarias de mitigar.
- Se propusieron estrategias sustentables con las que el Dawson College puede compensar las 407.20 de toneladas de CO₂e emitidas, o bien capturar el equivalente de esas toneladas de CO₂.
- La compilación de datos históricos de consumos, desechos y manejos ambientales permitieron tener una plataforma para el cálculo de la huella de carbono en el Dawson College y con ello diseñar estrategias sustentables para lograr carbono neutro para el ciclo escolar 2015-2016.

10. PERSPECTIVAS

- ❖ Es necesario dar continuidad al proyecto Carbono Neutro en Dawson College, dar seguimiento puntual entre los consumos, desechos y las emisiones que se genera con ello, así como seguir promoviendo las estrategias que han permitido reducir el número de emisiones que tiene el Colegio, con ello podrán ir recalculando el balance de carbono, esto lo pueden registrar en la *Plataforma de Conversión a Carbono Neutro*.
- ❖ Dado a las nuevas leyes en Canadá sobre Cambio Climático y Carbono Neutro, así como la posibilidad de las certificaciones de Scope 1 (Todos los consumos, incluyendo refrigerantes), Scope 2 (Transporte) y Scope 3 (Todo) que el Dawson College puede obtener, es necesario validar los resultados de esta investigación, lo que podría ser a través de la empresa Ecometrica.
- ❖ Es importante dar difusión a los resultados y avances que se tienen en el proyecto de Carbono Neutro para lograr más aliados no solo dentro del Colegio sino apoyos externos que permitan coadyuvar en este reto y ser punta de lanza en el cumplimiento de las nuevas leyes que imponen la mitigación de emisiones de CO₂.
- ❖ De acuerdo a las propuestas sustentables para la mitigación de las emisiones de CO₂e dadas en este trabajo, es necesario que se establezcan las posibilidades reales de aplicación de cada una de las estrategias dentro del Dawson College, o en su caso definir el lugar posible de aplicación para poder hacer los cálculos correspondientes de acuerdo a las especificaciones de diseño y a las características y necesidades del lugar establecido. Por ejemplo la implementación de paneles solares en otro instituto, o la plantación de árboles.
- ❖ El Dawson College puede apoyar en la implementación de acciones que permitan contabilizar en otros planteles educativos, como los miembros de

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

planteles educativos sustentables, sus emisiones de Carbono así como promover la implementación de estrategias de mitigación del Cambio Climático; un ejemplo de ello es que en la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (Upemor) a partir de este trabajo y de los registros previos del Programa Ambiental sobre consumos y estrategias de mitigación, están realizando el balance de Carbono para seguir la línea de Carbono Neutro.

- ❖ Es pertinente tomar en cuenta el impacto que tienen los refrigerantes en la atmósfera, por ello es indispensable que se emplee la estrategia diseñada para tener un control y registro de los refrigerantes y con ello determinar las toneladas reales de CO₂e que se están emitiendo para posteriormente introducirlas dentro del balance de carbono, y con ello cumplir con el Alcance 1 y 2 (Scope 1 y 2).

11. BIBLIOGRAFÍA

Adam, C. 2013. Factors affecting CEGEP students' endorsement of the New Ecological Paradigm: guidelines for curriculum development. Tesis que para obtener grado de maestro en Université de Sherbrooke. Canadá. Págs. 104.

Adam, C. 2016. Comunicación personal. Director de Sustentabilidad de Dawson College. 24 de noviembre del 2016

Arroyo Kuribreña, 2014. Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAS). Consultado el 27 de noviembre del 2016 y disponible en: http://www.ema.org.mx/descargas_evento_dma/ovv/AccionesApropiadasDeMitifgacion.pdf

Asgarpour, 2013. Petroleum technology alliance of Canada para NAMAs en el sector de petróleo y gas natural. Consultado el 27 de noviembre del 2016 y disponible en: <http://www.ccap.org/docs/resources/1153/Petroleo-y-Gas-Natural.pdf>

Asturias, 2006. Las causas del cambio climático- Potencial de Calentamiento Global, Consultado el 21 de noviembre del 2016. Disponible en: <https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnnextoid=b8da06e98057d210VgnVCM10000097030a0aRCRD>

Astudillo, P. 2011. Las represas hidroeléctricas: fábricas de gases invernadero. El quinto poder, tu opinión es acción, Consultado el 19 de noviembre de 2016. Disponible en: <http://www.elquintopoder.cl/medio-ambiente/las-represas-hidroelectricas-fabricas-de-gases-invernadero/>

Agroempresario. 2016. En México apuestan por la energía renovable. Buenos Aires, Argentina. Consultado el 24 de noviembre del 2016 y disponible en: <https://www.agroempresario.com.ar/nota-1575.html>

Bordelon, B. 2015. Trees Improve Our Air Quality, USA. Consultado el 05 de Diciembre Del 2016, disponible en: <http://urbanforestrynetwork.org/benefits/airquality.htm>

Bräutigam, K.-R.; González, T.; Szantó, H.; Seifert, H.; Vogdt, J. 2012 en Disminución de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a través de la Gestión Integrada de Residuos Sólidos Municipales por la Embajada de la República Federal de Alemania Santiago de Chile; Adapt Chile, 2015. Consultado el 09 de diciembre del 2016 y disponible en: <http://www.adapt-chile.org/web/wp-content/uploads/2015/04/POLICY-BRIEF-5.pdf>

Bullis, K. 2013. La extracción de gas natural genera más gases de efecto invernadero de lo que se creía. Consultado el 20 de noviembre de 2016 y disponible en: <https://www.technologyreview.es/blog/347/29970/la-extraccion-de-gas-natural-genera-mas-gases-de/>

Cañavera et al, 2015. Obtención de energía por medio de celdas solares. Instituto cultural copan. México. Consultado el 08 de noviembre del 2016 y disponible en:

<http://vinculacion.dgire.unam.mx/Congreso-Trabajos-pagina/Trabajos-2015/1-Ciencias%20Biología%20y%20de%20la%20Salud/5.Química/4.%20CIN2015A10091.pdf>

C2ES (Center for Climate and Energy Solutions), 2013. Leveraging natural gas to reduce greenhouse gas emissions. USA. Consultado el 07 de diciembre del 2016 y disponible en: <https://www.c2es.org/docUploads/leveraging-natural-gas-reduce-ghg-emissions.pdf>

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2015. Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, Chile. Consultado el 10 de diciembre del 2016 y disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39842/S1501318_es.pdf?sequence=1

CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental), 2011. Emisiones atmosféricas de las centrales eléctricas de América del Norte. Disponible en <http://www3.cec.org/islandora/es/item/10236-north-american-power-plant-air-emissions-es.pdf>. Consultado: 19 de noviembre de 2016.

CCME (Canadian Council of Ministers of Environment), 2014. State of Waste Management in Canada. Consultado el 09 de diciembre del 2016 y disponible en: http://www.ccme.ca/files/Resources/waste/wst_mgmt/State_Waste_Mgmt_in_Canada%20April%202015%20revised.pdf

CEGESTI (Centro de Gestión Tecnológica Industrial), 2014. Residuos Sólidos y calentamiento global- parte 1. Costa Rica. Consultado el 08 de diciembre del 2016 y disponible en: http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_254_310314_es.pdf

Colmenares, W. Y Santos, K. 2007. GENERACIÓN Y MANEJO DE GASES EN SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL. Consultado el 15 de noviembre de 2016. Disponible en <http://www.ingenieriaquimica.org/system/files/relleno-sanitario.pdf>

Community carbon trees, 2014, solución árboles tropicales para el cambio climático, Costa Rica, consultado el 06 de diciembre del 2016 y disponible en: <http://www.communitycarbontrees.org/es/tropical-trees-solution-for-climate-change.php>

Colque Pinelo, M., (2007). Los Gases de Efecto Invernadero: Invernadero: ¿Por qué se produce el Calentamiento Global? Calentamiento Global? 2007, de Asociación Civil Labor / Amigos de la Tierra - Perú Sitio web: http://www.labor.org.pe/descargas/1ra%20publicacion_%20abc%20cc.pdf

Dávila- Solano V.; Gally M.; Rosas J.; Arroyo, M., 2014. Plan de manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos. México. Págs 19.

Dawson College, 2016a. Dawson Viewbook, General Information & Programs of Study. Págs 67. Canada.

Dawson College, 2016b. Living Campus: Reconnecting people, community and nature. Págs 16. Canadá.

Dawson College, 2016c. Sustainable Dawson. Plataforma oficial del colegio. Consultado el 02 de noviembre del 2016 y disponible en: <https://www.dawsoncollege.qc.ca/sustainable/>

Defra, 2016. Climate Change and Waste Management: The Link. UK. Consultado el 29 de noviembre del 2016 y disponible en: [https://www.milton-keynes.gov.uk/assets/attach/4162/5\(5\).pdf](https://www.milton-keynes.gov.uk/assets/attach/4162/5(5).pdf)

Dordas, 2012. El mercado de la energía renovable en Canadá. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa. Canadá. Consultado el 10 de diciembre del 2016 y disponible en: http://www.aprean.com/internacional/estudios/EERR_Canada.pdf

Ecometrica, 2013. Greenhouse Gas Assessment of Premises (Electricity and Natural Gas Consumption), Landfilled Waste and Avoided Emissions from Recycling. Consultado el 15 de noviembre de 2016. Disponible en: <https://www.dawsoncollege.qc.ca/sustainable/wp-content/uploads/sites/85/Dawson-College-Premises-GHG-Assessment-Report-v2.0.pdf>

Emission factors, 2016. Emission factor of greenhouse gases. Canada. <https://emissionfactors.com/>

Eco-Emballage, 2012. Le petit geste aux grands effets. Francia. Disponible en: <http://www.ecoemballages.fr/grand-public/le-petit-geste-aux-grands-effets>. Consultado el 24 de noviembre del 2016.

ENCC (Estrategia Nacional de Cambio Climático) ,2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40 Gobierno de la República. México. Consultado el 09 de diciembre del 2016 y disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012_est_nal_cc.pdf

Envira, 2016. Calculador de toneladas de co2. Ingenieros asesores. Consultado el 10 de diciembre del 2016 y disponible en: <http://envira.es/ingenierosasesores/es/servicio/calculador-de-toneladas-de-co2/>

Environment and Climate Change Canada, 2016a. Canada's greenhouse emissions. Canada. Consultado el 11 de noviembre del 2016 y disponible en: <https://www.ec.gc.ca/ges-ghg/>

Environment and Climate Change Canada, 2016b. National Inventory Report 1990-2014. Canadá. https://www.ec.gc.ca/ges-ghg/662F9C56-B4E4-478B-97D4-BAABE1E6E2E7/2016_NIR_Executive_Summary_en.pdf

Environment Canada, 2008. Canadian Communities' Guidebook for Adaptation to Climate Change. Canadá. Consultado el 08 de diciembre del 2016 y disponible en: https://www.fcm.ca/Documents/tools/PCP/canadian_communities_guidebook_for_adaptation_to_climate_change_EN.pdf

EPA, 2014. Sources of Greenhouse Gas emissions, EUA. Consultado el 21 de noviembre del 2016 y disponible en: <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions#electricity>

EPA, 2013. Global Greenhouse Gas Emissions Data. Recuperado de <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global>.

Espíndola, C; Valderrama, O.J., 2012. Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. Información tecnológica. Consultado el 30 de noviembre del 2016 y disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v23n1/art17.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2006. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Los bosques y el Cambio Climático, consultado el 22 de octubre de 2016. Disponible en <http://www.fao.org/Newsroom/es/focus/2006/1000247/index.html>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2013. Manual de compostaje del agricultor, experiencias en América Latina. Consultado el 30 de noviembre del 2016 y disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Fearnside P.M., 2012. Philip Fearnside Comments to PJCERS on the Santo Antônio Hydropower Project (Brazil) Submission to the Perry Johnson Registrars Carbon Emissions Services. Consultado el 11 de noviembre del 2016 y disponible en: <http://www.internationalrivers.org/en/node/7295>

Fearnside, P.M. 2014. Análisis de los Principales Proyectos HidroEnergéticos en la Región Amazónica. Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR), Lima, Perú & Centro Latinoamericano de Ecología Social (CLAES), Montevideo, Uruguay. (no prelo) Panel Internacional de Ambiente y Energía Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR). Consultado el 17 de noviembre de 2016. Disponible en: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Preprints/2013/Fearnside-AN%C3%81LISIS-Hidroelectricas-Preprint.pdf

Finanzas Carbono, 2008. Acciones de mitigación apropiadas a cada país - NAMAs. Plataforma sobre financiamiento climático para Latinoamérica y el caribe. Consultado el 27 de noviembre del 2016 y disponible en: <http://finanzascarbono.org/nuevos-mecanismos-de-mitigacion/acciones-de-mitigacion-apropiadas-a-cada-pais-namas/>

Finanzas Carbono, 2016. Protocolo de Kyoto. Plataforma sobre financiamiento climático para Latinoamérica y el Caribe. Consultado el 11 de noviembre de 2016. Disponible en <http://finanzascarbono.org/financiamiento-climatico/canales-multilaterales-de-financiamiento/protocolo-kioto/>

GHG Protocol, 2012. About the GHG Protocol. Consultado el 10 de diciembre del 2016 y disponible en: <http://www.ghgprotocol.org/about-ghgp>

Green Solutions, 2011 en Elaboración de manual de gestión de la empresa Eaton Electrical S.A. para optar por la declaratoria de carbono neutral por *Ramírez Vega, 2012*. Costa Rica. Consultado el 30 de noviembre del 2016 y disponible en: http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3071/manual_carbono_neutral.pdf?sequence=1

Gobierno de España, 2013. El Compostaje: Receta para Reducir la Huella de Carbono. España. Consultado el 22 de noviembre de 2016 y disponible en: http://www.resol.com.br/cartilhas/compostaje_reducir_huella_carbono.pdf

González, A. 2007. Costos y beneficios ambientales del reciclaje en México. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetas/335/reciclaje.html>, Consultado del 22 de noviembre de 2016.

Gunkel, G. 2009. Hydropower – A green energy? Tropical reservoirs and greenhouse gas emissions. CLEAN – Soil, Air, Water. Pags 726-734.

ISWA (International Solid Waste Association), 2009. Waste and Climate Change. Austria. Consultado el 29 de noviembre del 2016 y disponible en: http://www.iswa.org/fileadmin/user_upload/temp/Small_GHG_white_paper_01.pdf

IISD (International Institute for Sustainable Development). 2014. Financing Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs): Leveraging private investment. Canadá. Consultado el 27 de noviembre del 2016 y disponible en: https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/namas_leveraging_private_investment.pdf

Information Planet, 2013. Información general sobre Montreal. Consultado el 03 de noviembre y disponible en: <http://www.informationplanet.es/canada/viajar-en-canada/montreal>

IEA (International Energy Agency), 2015. CO2 emissions from fuel combustion. OECD. Consultado el 24 de noviembre del 2016 y disponible en: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsFromFuelCombustionHighlights2015.pdf>

IERD (Instituto Español para la Reducción de los Desastres), 2012. Manual de Ciudadanía Ambiental Global, Mitigación y adaptación. España. Consultado el 23 de noviembre del 2016 y disponible en: <http://www.eird.org/publicaciones/doc16967-6.pdf>

ICONTEC (Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente), 2015 en Programa Certificación Carbono Neutro Organizacional por DAGMA, 2015. Colombia. Consultado el 30 de noviembre del 2016 y disponible en: www.cali.gov.co/descargar.php?idFile=9458&plantilla=admin

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2011. Fuentes de energías renovables y mitigación del cambio climático. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico.

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
Consultado el 25 de noviembre del 2016 y disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2014a. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 págs., consultado el 27 de noviembre del 2016 y disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2014b: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso). Disponible en https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf. Consultado en el 10 de octubre de 2016;

Johnson Controls, 2015. Contrat de performance/ Rapport d'économies d'énergie –Révision 1/ Année 4 de 10/ Juillet 2014 à Juin 2015. Páginas 10.

Linares J. 2011. El reciclaje de los residuos sólidos, Venezuela. <http://juanlinaresruiz.blogspot.mx/2011/10/el-reciclaje-de-los-residuos-solidos.html>

López-Toache et al, 2016. Bonos de carbono: financiarización del medioambiente en México. Estudios Sociales, vol. 25, núm. 47, enero-junio, 2016, pp. 191-215

McPherson, G. 2007, Pop media misleading-trees do reduce CO2 and Greenhouse gases. AC trees. EUA, consultado el 05 de diciembre del 2014 y disponible en: http://actrees.org/news/trees-in-the-news/research/pop_media_misleading-_trees_do_reduce_co2_and/

NOAA National Weather Service, 2007. Climate change, artículo en PDF. Consultado el 24 de noviembre del 2016, disponible en: <http://www.climatechange.gov/>

Naciones Unidas, 1992. Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático fccc/informal/84* ge.05-62301 (s) 220705 220705

Naciones Unidas, 1998. Protocolo de Kioto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. fccc/informal/83*. ge.05-61702 (s) 130605 130605

O'Brien, C. y Adam, C. 2016. Sustainable Happiness, Living Campus, and Wellbeing for All. International Journal of Innovation, Creativity and Change. www.ijicc.net Volume 2, Issue 3, May 2016. Páginas 13

Olade (Organización Latinoamericana de Energía), 2016. Cambia la energía cambia el clima.

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
Cambio climático y su impacto en el sector energético. Consultado el 13 de diciembre del 2016 y disponible en: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0357.pdf>

OMS, 2008. (Organización Mundial de la Salud) La reducción de la huella de carbono. Consultado el 22 de noviembre del 2016 y disponible en: <http://www.who.int/world-health-day/toolkit/annexe%201-S.pdf>

OMS, 2016. (Organización Mundial de la Salud). Cambio climático y salud. Nota descriptiva N° 266, 29 de junio de 2016. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/es/>

Optimagrid, 2010. Buenas prácticas para el ahorro de la energía en empresas. Consultado el 21 de noviembre de 2016 y disponible en: <http://www.optimagrid.eu/optimagrid/resultados/r22.pdf>

Ortiz-Hernández, M., Sánchez-Salinas, E., Castrejon-Godinez, M., Terrazas-Hoyos, H., Rodríguez, A., Quiroz-Castañeda, R. y Lara, J. **2013.** Morelos frente al Cambio Climático, análisis y perspectivas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. pp152

PHD Media, 2016. Montreal Worlwide. Canadá. Consultado el 03 de noviembre del 2016 y disponible en: <http://www.phdmedia.com/montreal/wp-content/uploads/sites/83/2016/02/1123.jpg>

Paris, V. 2016. Coordinator of Building Maintenance of Dawson College. Comunicación personal.

Quadros, A., 2016. Estudiante de Dawson College y Representante de la comunidad estudiantil. Comunicación personal, 02 de Noviembre del 2016

Ramírez Vega, 2012. Elaboración de manual de gestión de la empresa Eaton Electrical S.A. para optar por la declaratoria de carbono neutral. Costa rica. Consultado el 30 de noviembre del 2016 y disponible en: http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3071/manual_carbono_neutral.pdf?sequence=1

REN21, 2016. Energías Renovables 2016, reporte de la situación mundial. Consultado el 27 de noviembre del 2016 y disponible en: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf

Reseau Action Climat France, 2006. Dans ma poubelle, Francia. Consultado el 24 de noviembre de 2016. Disponible en: http://www.rac-f.org/DocuFixes/GES_poubelle.pdf

Secretaría Distrital de Ambiente, 2013. Guía para la elaboración del informe de Huella de Carbono Corporativa en entidades públicas del Distrito Capital. Colombia. Consultado el 10 de diciembre del 2016 y disponible en: http://ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=015755de-1e95-49fb-8c7c-667c4fb398fa&groupId=10157

Secretaría de estado de energía, 2016. El gas natural. Ministerio de energía, turismo y agenda digital, Gobierno de España. Consultado el 20 de noviembre de 2016. Disponible en <http://www.minetad.gob.es/energia/gas/Gas/Paginas/gasnatural.aspx>

Shah, Anup, 2015. "Climate Change and Global Warming Introduction." *Global Issues*. 01 Feb. 2015. Web. 01 Feb. 2017. <<http://www.globalissues.org/article/233/climate-change-and-global-warming-introduction>>.

Statham, B., Frei, C., Bartlett, N., Gilfillan, S., Reiner, D. y Whittington, E. 2014. Cambio Climático: Implicaciones para el Sector Energético. Hallazgos Claves del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Consultado el 10 de noviembre de 2016 y disponible en <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2014/06/Publicacion-Cambio-Climatico-implicaciones-para-el-sector-energetico-IPCCC-AR5.pdf>

Statistics Canada. 2014. Disposal and diversion of waste, by province and territory. Consultado el 14 de noviembre de 2016 y disponible en: <http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/I01/cst01/envir32b-eng.htm>

Statistics Canada. 2011. Households and the Environment: Energy Use. Environment Accounts and Statistics Division. Consultado el 14 de noviembre de 2016 y disponible en: <http://www.statcan.gc.ca/pub/11-526-s/11-526-s2013002-eng.pdf>

Taking root, 2015. Communitree Carbon Program Impact Indicators CommuniTree Carbon Program Nicaragua. Págs 13.

Toronto and Region Conservation, 2010. Getting to Carbon Neutral: A Guide for Canadian Municipalities. Canadá. Consultado el 30 de noviembre del 2016 y disponible en: <http://trca.on.ca/dotAsset/81361.pdf>

Union of Concerned Scientists USA (UCSUSA), 2012. Environmental Impacts of Hydroelectric power. USA. Consultado el 06 de diciembre del 2016 y disponible en: http://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/environmental-impacts-hydroelectric-power.html#.WL2I7fk1_IV

UCSUSA (Union of Concerned Scientists USA), 2013. Environmental Impacts of Natural Gas. USA. Consultado el 06 de diciembre del 2016 y disponible en: <http://www.ucsusa.org/clean-energy/coal-and-other-fossil-fuels/environmental-impacts-of-natural-gas#.WL9fRfnhDIV>

UNEP, 2012. Gas emissions from waste disposal. Consultado el 29 de noviembre del 2016 y disponible en: <http://www.grid.unep.ch/waste/download/waste4243.PDF>

UNEP (United Nations Environment Programme), 2014. Climate Change. Consultado el 22 de noviembre del 2016 y disponible en: http://www.unep.org/pdf/UNEP_Profile/Climate_change.pdf

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá
University of Victoria, 2016. 2015 Carbon Neutral Action Report. Canadá. Consultado el 30 de noviembre del 2016 y disponible en: <https://www.uvic.ca/sustainability/assets/docs/reports/cnar15.pdf>

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), 2007. *Climate Change: impacts, vulnerabilities and adaptation in developing countries*. Alemania. Still pictures. Consultado el 30 de noviembre del 2016 y disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/publications/impacts.pdf>

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), 2013. Manual del sector de energía, Quema de combustibles, Grupo consultivo de expertos sobre las comunicaciones nacionales de las partes no incluidas en el anexo I de la convención (GCE). Consultado el 02 de diciembre del 2016 y disponible en: https://unfccc.int/files/national_reports/non-annex_i_natcom/training_material/methodological_documents/application/pdf/7-bis-handbook-on-energy-sector-fuel-combustion.pdf

Vergara, W., Fenhann, J. y Schletz, M., 2016. Carbono Cero América Latina, Una Vía para la Descarbonización Neta de la Economía Regional para Mediados de este Siglo Documento de visión UNEP DTU PARTNERSHIP. Consultado el 15 de octubre de 2016; Disponible en: http://www.pnuma.org/publicaciones/2016_03_Zero_Carbon_ES_05.pdf

Wiedmann, 2009 en Programa Certificación Carbono neutro Organizacional, DAGMA, 2015. Consultado el 30 de noviembre del 2016 y disponible en: www.cali.gov.co/descargar.php?idFile=9458&plantilla=admin

World Energy Outlook, 2008 en “La generación eléctrica a partir de combustibles fósiles por José Miguel González Santaló, INEEL. México, consultado el 02 de diciembre del 2016 y disponible en: <https://www.ineel.mx/boletin042009/divulga.pdf>

12. ANEXOS

12.1 ANEXO A. POLÍTICA DE SUSTENTABILIDAD DE DAWSON COLLEGE (Adam, 2013)

Dawson College Sustainability Policy

Sustainability is defined as meeting the needs of the present generation without compromising the ability of future ones to meet their own needs (Bruntland, 1987). It incorporates the values of ecological integrity, social equity and economic viability, recognizing that they are connected and interdependent.

RESOLUTION

Given the legitimacy and broad acceptance of the concept and practice of sustainability as a critical 21st century value;

Given Dawson's mission as an educational institution to maintain standards of academic excellence essential to our students' future success;

Given the environmental impact generated by an institution of Dawson's size;

The College has a two-fold responsibility:

To act as an ecologically and socially responsible agent;

To advance academically the understanding, research on, and teaching of sustainability;

Therefore, on the advice of Senate, the Board of Governors of Dawson College adopts the following:

DAWSON COLLEGE SUSTAINABILITY POLICY

Dawson shall implement and maintain a College-wide sustainability management plan;

Dawson shall develop simple and measurable sustainability benchmarks and performance indicators;

Dawson shall promote environmental literacy to the College community and, when appropriate, as part of College programs of study and courses;

The administration shall provide the Dawson Board of Governors with a sustainability report and action plan at least once per year;

The Dawson Board of Governors mandates the Director General to strike a Sustainability Steering Committee that will, in consultation with College management, provide guidance for the implementation of the sustainability policy;

The Dawson College Sustainability Policy shall be reviewed by the Steering Committee once every three years, unless otherwise warranted, with appropriate recommendations concerning the policy proposed to Senate and the Board of Governors.

Reference:

Bruntland, G. 1987. Our Common Future: The Report of the World Commission on Environment and Development

12.2 ANEXO B DATOS HISTÓRICOS DE CONSUMOS EN EL DAWSON COLLEGE

CONSUMOS DE ELECTRICIDAD DAWSON COLLEGE											
PERIODO	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018
	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h
Julio-Agosto	1,022,202	1,128,000	1,128,000	1,272,000	1,128,895	1,000,000	920,000	952,000	928,000		
Agosto-Septiembre	1,029,902	1,016,000	1,152,000	1,232,000	1,128,895	1,304,000	1,272,000	928,000	888,000		
Septiembre-Octubre	1,047,504	1,048,000	1,024,000	1,208,000	1,152,895	1,024,000	776,000	984,000	1,352,000		
Octubre Noviembre	1,181,380	1,136,000	1,248,000	1,312,000	1,185,985	1,456,000	1,176,000	1,064,000	992,000		
Noviembre-Diciembre	1,340,858	1,304,000	1,232,000	1,346,693	1,217,376	1,272,000	1,408,000	1,200,000	864,000		
Diciembre-Enero	1,538,539	1,680,000	1,472,000	1,618,693	1,873,376	1,840,000	1,592,000	1,432,000	1,616,000		
Enero-Febrero	1,689,253	1,760,000	1,712,000	1,482,043	1,096,000	1,288,000	1,504,000	1,672,000	1,136,000		
Febrero-Marzo	1,544,561	1,304,000	1,224,000	1,442,043	1,292,000	1,224,000	1,288,000	1,320,000	1,232,000		
Marzo-Abril	1,528,814	1,232,000	1,328,000	1,369,397	1,292,000	1,464,000	1,336,000	1,336,000	1,216,000		
Abril-Mayo	1,253,069	1,008,000	1,152,000	1,209,397	1,056,000	1,184,000	1,056,000	1,064,000	1,080,000		
Mayo-Junio	1,123,221	960,000	1,080,000	1,025,064	1,064,000	896,000	1,056,000	792,000	760,000		
Junio-Julio	1,023,733	1,088,000	1,184,000	977,064	1,120,000	1,016,000	896,000	720,000	920,000		
TOTAL	15,323,036	14,664,000	14,936,000	15,494,392	14,607,421	14,968,000	14,280,000	13,464,000	12,984,000		
%Disminución del consumo	1	5	4	0	6	3	8	13	16		

CONSUMOS DE GAS NATURAL DAWSON COLLEGE											
PERIODO	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018
	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)
Julio-Agosto	4,181	4,174	4,033	2,173	2,513	1,818	2,905	2,844	2,316		
Agosto-Septiembre	4,710	4,004	4,810	2,464	3,902	2,815	2,687	4,307	3,387		
Septiembre-Octubre	6,411	6,391	15,422	6,018	9,880	8,353	4,543	10,408	8,412		
Octubre Noviembre	15,885	16,650	30,252	18,912	21,266	20,689	15,224	19,143	14,651		
Noviembre-Diciembre	43,007	34,118	42,356	39,172	25,859	20,002	24,970	28,946	15,282		
Diciembre-Enero	61,721	55,460	66,280	56,216	53,102	29,016	55,900	46,302	28,970		
Enero-Febrero	81,362	67,062	76,980	48,958	50,279	34,302	53,429	55,045	20,632		
Febrero-Marzo	94,470	58,858	51,612	33,232	36,835	23,720	35,444	42,404	19,481		
Marzo-Abril	66,778	44,503	27,283	30,716	10,541	21,432	32,943	31,552	16,798		
Abril-Mayo	31,365	9,955	15,730	19,741	13,391	8,309	13,566	8,299	11,333		
Mayo-Junio	10,799	5,727	4,644	5,612	4,293	3,838	5,841	4,108	3,296		
Junio-Julio	5,503	6,589	3,011	3,398	2,464	3,486	3,761	2,790	2,611		
TOTAL	426,191	313,491	342,413	266,612	234,325	177,780	251,213	256,148	147,169		
%Disminución del consumo	-24	8	0	22	32	48	27	25	57		

12.3 ANEXO C. MARCO DE EVALUACIÓN SUSTENTABLE Y METAS DESEMPEÑADAS DEL DAWSON COLLEGE

Dawson College Sustainability Assessment Framework (2011-12) and Performance Targets

Category 1: Operations (OP):							
AASHE Credit	Yes	No	Indicator	Benchmark 2009	2011	Projected 2012	Actual 2012
Prerequisite	Yes		Recycling Program (Ref.: 66.5 tons 2007-08)	104.3 tons	111 tons	113	78.2
Buildings							
A-OP 1		No	New construction, renovations, and commercial interiors -LEED Cert.	0%	Research criteria	0%	0%
A-OP 2		No	Building Operations and Maintenance - % LEED EB Certification	0%	Research criteria	0%	0%
A-OP 4	Yes		Green cleaning service - products biodegradable within 4 weeks	98% biodegradable	Continue		
A-OP Tier 2, 1		No	Uses reflective/high albedo roofs. (flat roofs only)	0%	Research	0%	0%
2a		No	Water conservation devices: waterless urinals, low-flow toilets	0%	Review	0%	0%
2b	Yes		Water conservation devices: low-flow showerheads, and faucet aerators.	100%	Continue		
3	Yes		System in place to detect water leaks	Yes	Continue		
4	Yes		Implements strategies to reduce outdoor light pollution - night sky policy	Policy draft/50%	80% of lights	80% of lights	80%
5	Yes		Institution uses front-loading washing machines.	100%	Continue		
OP-SD5	Yes		Mixed temperature settings on faucets	100%	100%	Continue	
OP-SD6	Yes		Automated shutoff on faucets	90%	92%	95%	95%
OP-SD7	Yes		Chemical neutralizer tanks in place in appropriate drains	Established	Continue		
OP-SD8	Yes		Carbon monoxide sensors in loading areas	Yes	Continue		
OP-SD9	Yes		CO2 sensors in place	No	No	Yes	Yes
OP-SD10	Yes		Green or living roof m2	56 m2	65 m2	70 m sq.	73 m2
Dining Services							
A-OP 5	Yes		% of local Food (processed within 250 kms of institution)	Unknown	80%	80%	
A-OP 6		No	Food Alliance and Organic Certified Food	Research	Pending	No	
A-OP 7	Yes		Fair Trade Certified Coffee	Yes	Continue		
A-OP Tier 2, 1	Yes		Complete-protein vegan and vegetarian dining options every meal	Yes	Continue		
2	Yes		Does not use trans fats in the majority of products	Yes	Continue		
3	Yes		Institution has sustainable food buying policy in place	No	Yes	Review	
4	Yes		Institution has sustainability policies for franchisees	No	Yes	Continue	
5	Yes		Guidelines for seafood buying in place	Yes	Continue / Review		
Energy and Climate							
A-OP 8	Yes		Energy Intensity - % decrease from 2004-2005 levels	6.60%	12%	30%	
A-OP 8a	Yes		Day care building: Energy Intensity - % decrease from 2006-2007 levels	1.00%	Review	Pending	
A-OP 9	Yes		% Renewable Electricity used (low-impact hydro, wind, solar, geothermal)	0%	0%	0.50%	0.50%
A-OP 10		No	On-site combustion with renewable fuel	0%	0%	0%	0%

Dawson College Sustainability Assessment Framework (2011-12) and Performance Targets

A-OP 11	Yes		Greenhouse gas emissions reductions	Review data	10%	Pending	39%
A-OP Tier 2 1	Yes		Timers used to regulate temperatures based on occupancy hrs.	100%	Continue		
2	Yes		Motion, infrared, and/or light sensors used to reduce energy use	90%	Continue		100%

Dawson College Sustainability Assessment Framework (2011-12) and Performance Targets

AASHE Credit	Yes	No	Operations cont'd: Indicator	Benchmark 2009	2011	Projected 2012	Actual 2012
3	Yes		Uses LED lighting	0%	Review	Yes	Yes
4	Yes		Vending machines are Energy Star or have motion sensors	Research	No	Yes	Yes
5	Yes		Engaged in energy-related performance contracting	Yes	Continue		
6	Yes		Has centralized energy management system	Yes	Continue		
7	Yes		Minimizes computer energy use-load sharing, sleep modes, Energy Star	Review	Monitoring	Yes	Yes
11	Yes		Eliminating T-12 lighting - % eliminated	50%	95%	100%	Pending
12	Yes		Implements real-time energy monitoring & feedback system	In place	Continue		
OP-SD13	Yes		% of classrooms with automated lighting sensors	98%	99%	100%	100%
OP-SD14	Yes		Greenhouse gas emissions per square metre CO2 equiv/Kg	9.3 kg	monitor	6.2 kg	5.7 kg
OP-SD15	Yes		Gigajoule use per student	7.1	5.1 GJ	Pending	Pending
OP-SD16	Yes		Gigajoule use per square metre - Dawson campus (2002 0.99 GJ)	0.91 GJ	0.91 GJ	0.61 GJ	0.72 GJ
OP-SD16	Yes		Gigajoule use per square metre - Dawson day care	1.26 GJ	Review	NA	NA
OP-SD17	Yes		Heat recovery before air is vented	0%	189,833 m3 natural gas equiv.		
Grounds							
A-OP 12	Yes		Organic pesticides and fertilizer use	95%	100%		
A-OP 13	Yes		Non-Potable water usage for irrigation	0%	10%		10%
A-OP Tier 2 1	Yes		Pest management system in place	Review	Yes	Continue	
2	Yes		Garden landscaping with % by area native plant species	30%	45%	80%	55%
3	Yes		Protects, retores and/or creates habitat on campus - cumulative m2	100 m2	1415 m2	1415 m2	Maintain
4	Yes		Inventories & maps all campus trees & other landscape assets	80%	100%	Update annually	
5	Yes		Uses pervious paving	0%	0%	0%	0%
6	Yes		Has rainwater management plan to filter & mitigate rainwater runoff	No	Review	Yes - holding tanks	
7a	Yes		Follows best management practices for snow removal	Yes-100% on site	Continue		
7b	Yes		Follows best management practices for ice removal (parking areas)	Review alternatives	Pilot project	Mag. Chloride	Majority salt-No
8	Yes		Grass-cycles grass clippings	100%	Continue		
SD9	Yes		Organic gardening on site	No	Research	Yes	Yes
SD10	Yes		Wildlife enhancement projects - on site	None	2 projects	1 project	1/year
Materials, Recycling, and Waste Minimization							
A-OP 14	Yes		Waste minimization- decrease in waste per (2007-08 benchmark 314.4 MT)	1.00%	14% INCREASE	1%	Pending
A-OP 15	Yes		Waste diversion - % diverted from landfill (2007-08 benchmark 314.4 MT)	22%	27%	39%	Pending
A-OP 16	Yes		Construction and demolition waste diversion	No data	10%	20%	Pending
A-OP 17	Yes		Electronic waste recycling program - computers, monitors, printers	100%	Continue		
A-OP 18	Yes		Hazardous waste minimization	Review		Yes	Pending

Dawson College Sustainability Assessment Framework (2011-12) and Performance Targets

A-OP Tier 2, 1		No	Pre-consumer food waste compost in place	0%	Review		
2		No	Post-consumer food waste composting in place	0%	Review		
3	Yes		Yard waste composted (majority off site; pilot leaf shredding as compost)	100%	Continue		
AASHE Credit	Yes	No	Operations cont'd: Indicator	Benchmark 2009	2011	Projected 2012	Actual 2012
4	Yes		Surplus department or supplies exchange that facilitates reuse	Pilot project	Modify - Continue		
5	Yes		Dining operations offer discount for reuseable mugs	Yes	Continue		
6		No	Student documents & manuals (printing & bookstore) available on-line	No	Review		
7	Yes		Placed course calendars, registration & directories online	100%	Continue		
8	Yes		Limit free printing in labs & library	In place	Continue		
9	Yes		Dining operations offer bulk condiment dispensers/decrease packaging	Review	Yes	Continue	
10		No	Program to reuse chemicals			Review	Review
SD11	Yes		Cardboard recycled (07-08 benchmark 13.4 tons)	15.4 tons	17 tons	11.8 tons	10.8 tons
SD12	Yes		Paper recycled (07-08 benchmark 49.0 tons)	86.4 tons	78.4 tons	96.6 tons	66.1 tons
SD13	Yes		Glass/plastic/cans recycled (07-08 benchmark 3.5 tons)	2.5 tons	3.5 tons	2.9 tons	1.4 tons
SD14	Yes		Ink cartridges recycled (EcoCorner)	689	608	1150	884
SD15	Yes		Cell Phone recycling - # recycled or refurbished (EcoCorner)	189	103	340	102
SD16	Yes		Eye-glasses collected & sent to developing countries (EcoCorner)	289	184	89	227
SD17	Yes		Batteries recycled (EcoCorner)	223 kg	445 kg	363 kg	159
SD18	Yes		% reduction in paper use	2%	Pending	increase	Pending
SD19	Yes		% of fluorescent lights recycled	0%	100%	Continue	
SD20	Yes		% of 100% post-consumer paper purchased by College printshop	95%	95%	Continue	Review
SD21	Yes		Metals recycled - furniture/equipment/construction	3.5 tons	3.5 tons	4.3 tons	Pending
SD22	Yes		Computers donated to charity	35	72	75	Pending
SD23	Yes		Kitchen grease recycled	100%	Continue		
Purchasing							
A-OP 19	Yes		ENERGY STAR Purchasing	Under review	Yes	Continue	
A-OP 20		No	Electrical Products Environmental Assessment Tool (EPEAT) Purchasing	No	Research	Feasibility	Pilot
A-OP 21	Yes		Purchasing Green Cleaning Products	Established	Continue		
A-OP 22	Yes		Environmentally Preferable Paper Purchasing (100% post consumer)	Established	Continue		Review
A-OP 23		No	Environmentally Preferable Furniture Purchasing	No	Review	No	No
A-OP 24	Yes		Vendor Code of Conduct	No	Review	Yes	Yes
Transportation							
A-OP 26		No	Commute Modal Split- % of staff that do not drive to work	Review	Pending	Pending	Pending
A-OP 27		No	Recognized by the Best Workplaces for Commuters Program	No	No	Review	No
A-OP 28		No	Calculates Greenhouse Gas Emissions - College Air Travel - compensate C	Not reviewed	Review	Create plan	

Dawson College Sustainability Assessment Framework (2011-12) and Performance Targets

A-OP Tier 1	Yes	Institution has bicycle-sharing program -City Bixie bicycle program	No	No	Yes	
2	Yes	Policy prohibiting idling - Municipality of Westmount	Established	Continue		
3	Yes	Bicycle plan in place	Yes	Continue & update as needed		

Dawson College Sustainability Assessment Framework (2011-12) and Performance Targets

Category 2: Administration and Finance (AF)									
AASHE Credi	Yes	No	Indicator	Benchmark 2009	Goal 2011	Projected 2012	Actual 2012	Projected 2013	Actual 2013
Prerequisite	Yes		Sustainability Committee	Yes	Continued				
Investment -Dawson Foundation									
A-AF 1		No	Investment transparency (funds held listed on internet)	no	Review	No	No		
A-AF 2		No	Committee on investor responsibility	no	Review	No	No		
A-AF 3		No	Screening for negative Investments	no	Review	No	No		
A-AF 4		No	Positive sustainability Investments	no	Review	No	No		
A-Tier 2		No	Institution has a responsible investment policy	no	Review	No	No		
Planning									
A-AF 6	Yes		Sustainability has high profile in Strategic Plan	No	Yes	Yes	Yes		
A-AF 7	Yes		Sustainability has high profile in Master Plan	No	Yes	Yes	Yes		
A-AF 8	Yes		Institution has a sustainability plan	Yes	Continue				
A-AF 9	Yes		Climate Plan - greenhouse gas reduction plan	No	Yes	Yes	Yes		
Sustainability Infrastructure									
A-AF 10	Yes		Sustainability officer hired by Institution	Yes	Continue				
A-AF 11		No	Sustainability recognition program - awards	No	No				
A-AF 12	Yes		Inter-campus collaboration on sustainability	3 Partnerships	5 Colleges	Cegep Vert Network			
A-Tier 2									
1	Yes		Sustainability outreach, communication or education coordinat	Established	Continue				
2	Yes		Recycling manager	Established	Continue				
3	Yes		Energy manager	Established	Continue				
5	Yes		Sustainable food procurement coordinator	No	Yes	Yes	Continue		
6	Yes		Social responsibility coordinator	No	Yes	Yes	Continue		
7		No	Alumni sustainability fund	No	No	Review	Review		
8		No	Alumni sustainability network	No	No	Review	Review		
9	Yes		Student government position focused on sustainability	No	Review	Yes	Continue		
10	Yes		Payroll deduction option for sustainable projects	No	No	Review	Yes		
SD11	Yes		Institution is a signatory to Talloires Declaration	Yes	Established				
SD12	Yes		Website with sustainability projects listed	Yes	Continue				

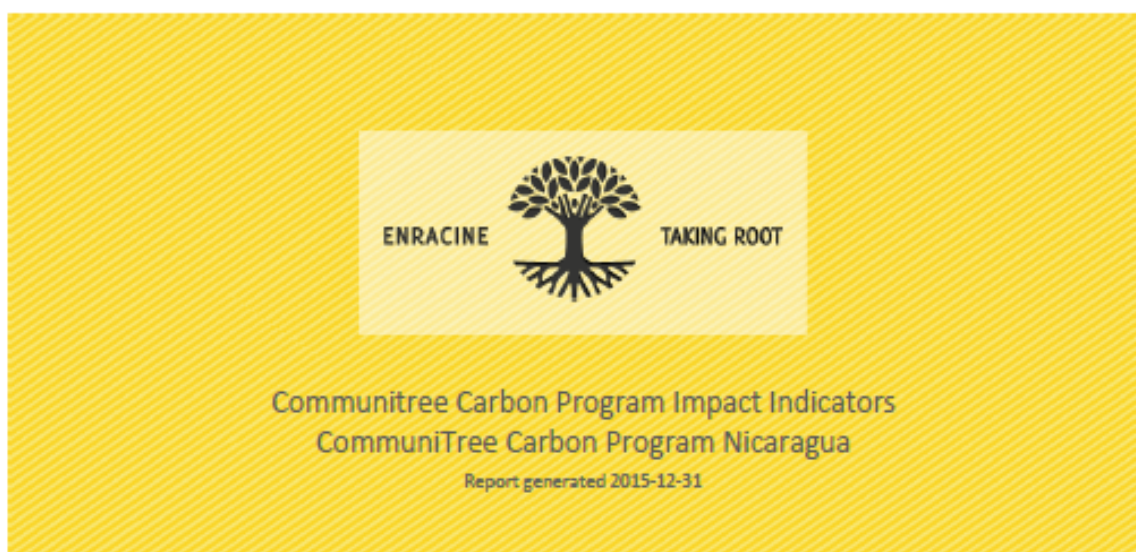
Dawson College Sustainability Assessment Framework (2011-12) and Performance Targets

Community Relations and Partnerships							
AF 13	Yes	Community Service Infrastructure	Yes	Continued			
AF 14	Yes	Student Participation in Comm. Service (# of students/% of pop	115/1.5%	493/5.2%	Pending	Pending	
AF 15	Yes	Student hours contributed to college-initiated community servi	6900 hrs	15000 hrs	15000 hrs	Pending	
AF 17	No	Outreach & partnerships - Carnegie Designation	No	Review	No		
AF 18	Yes	Public policy engagement - Dawson advocates for sustainability	Yes	Continue			
Tier 2 AF-SD1	No	Community service included in mission, vision and/or strategic	Review		No	No	
AF-SD2	No	Campus-wide awards program to recognize community service	No	Review	No	No	
AF-SD3	Yes	Community service included on student transcripts	Yes	Continue			
AF-SD4	Yes	Library resouces available to community	Yes	Continue			
AF-SD5	No	Technology resources available to community	No Data	Review	No		
AF-SD6	Yes	Cultural/athletic offerings available to community	yes	Continue			
AF-SD7	Yes	Meeting and/or event space available to local community group	Yes	Continue			
Diversity, Access, and Affordability							
AF 20	Yes	Diversity and Equity Committee (H.R. policy)	NA				
AF 21	Yes	Non-discrimination policy	Established	Continue			
AF 24	Yes	Support Programs for under-represented groups	Established	Continue			
AF 26	Yes	Student financial help structure in place	Established	Continue			
Tier2 - SD1	Yes	Number of students with college financial aid loans	999	971	Continue Program		
SD2	Yes	Number of financial awards given	200	205	N/A	184	
SD3	Yes	Total monetary value of awards known	\$124,100	\$139,450	N/A	\$51,500	
SD5	Yes	Average student debt (college financial aid), % below national averag	5060, 45% below nat. a	Pending	Pending	Pending	
Human Resources							
	Yes	Gender pay equity established	Established				
A-AF 32	Yes	Employee satisfaction survey	Established	Continue			
A-Tier 2	1 Yes	On-site child care facility	Yes	Continue			
	2 Yes	Established method to receive complaints without fear of repris	Yes	Continue			
	3 Yes	Part-time schedules or job share arrangements offered	Yes	Continue			
	4 Yes	On-Campus employment Services Available	Yes	Continue			
Trademark Licensing							
A-AF 33	No	Independent Monitoring of Logo Apparel	No	Review	Review		
A-AF 34	No	Designated Suppliers Program	No	Review		No	

Dawson College Sustainability Assessment Framework (2011-12) and Performance Targets

Category 3: Education and Research (ER)							
AASHE Credit	Yes	No	Indicator	Benchmark 2009	Goal 2011	Projected 2012	Actual 2012
Co-Curricular Education							
A-ER 1		No	Student Sustainability Outreach Program	No	No	Yes	No
A-ER 3	Yes		Sustainability in New Student Orientation	Review	Yes	Continue	
Tier Two	1 Yes		Active student organization focused on sustainability	Yes	Continue		
	2 Yes		On-campus organic teaching garden (roof top)	No	Review	Review	Yes
	3 Yes		Outreach materials for students - website, signage, etc.	Yes	Continue		
	4	No	Student publication focused on sustainability	No	Review	No	No
	5 Yes		Student newspaper covers sustainability regularly	No	article/4 weeks	Yes	
	6 Yes		Institution holds major events related to sustainability for students	1 event	2 events	Continue	Yes
	7	No	Institution has held a sustainability-themed semester or year	No	in review	No	No
Curriculum							
A-ER 4		No	Sustainability Course Identification	No data	Collect data	Review	Review
A-ER 5		No	Sustainability-Focused Academic Courses	No data	Collect data	Review	Review
A-ER 6		No	Sustainability-Related Academic Courses	No data	Collect data	Review	Review
A-ER 7		No	Sustainability Courses by Academic Department	No data	Collect data	Review	Review
A-ER 8		No	Academic Sustainability Courses by Student Hours	No data	Collect data	Review	Review
A-ER 11		No	Sustainability-Focused DEC profile	No data	Collect data	None	None
A-ER 13		No	Non-Credit Sustainability Courses	No data	Collect data	None	None
A-ER 14		No	Non-Academic Sustainability-Focused Certificate Program		Review	Feasibility	
A-ER 16		No	Sustainability Literacy Assessment	No	No	Review	Review
Faculty and Staff Development and Training							
A-ER 17	Yes		Incentives for Developing Sustainability Courses	Yes	Continue		
ER-SD 17a	Yes		Staff Professional Development in Sustainability	Yes	Continue		
A-ER 18		No	Sustainability in New Employee Orientation	No	in review	Develop	No
	Yes		Sustainability event guide available	No	Develop	Develop	No
A-ER 19	Yes		Employee Peer-to-Peer Sustainability Outreach Program	Yes	2 projects	2 projects	3 projects
Research							
A-ER 22	Yes		Faculty Involved in Sustainability Research	No data	Develop survey	No	Yes
A-ER 23		No	Departments Involved in Sustainability Research	No Data	Develop survey	Review	No
A-ER 24	Yes		Internal Funding for Sustainability Research/Projects	No Data	SSAP/Prof devel	Yes	Yes
A-ER 25	Yes		External Funding for Sustainability Research	No Data	Review	Set Goal	Yes

12.4 ANEXO D. INDICADORES DE IMPACTO DEL PROGRAMA DE PLANTACIÓN DE ÁRBOLES DE LA ORGANIZACIÓN TAKING ROOT



The impact of your support for the CommuniTree Carbon Program is much greater than the carbon that it sequesters. This document provides a rigorous quantification of some of the many socio-economic and environmental benefits specific to this program. Communicating these impacts in a quantitative way is invaluable for your stakeholders to fully understand the impact of this support. Definitions for the indicators used in this document can be found at the end.

Overview: Total Communitree Carbon Program impact for all vintages 2010 - 2015

	Partner contribution	Vintages total
 Participating smallholder families		296
 Employment created *		2645
Women/Men employed	/	662/ 1,982
 Community payments made to date (Ecosystem services, advance payments, and other)		\$715,357
 Equivalent number of local annual salaries		650
 Total funds allocated to community		\$1,448,112
 Trees Planted		1,605,633
Number of unique species recorded		87
 Area reforested (ha eq.)		1,170.3
 Equivalent number of soccer fields		1,638.5
 Tonnes of CO ₂ issued		346,767
 Equivalent number of cars' annual CO ₂ emissions offset		90,433

*Data from the Employment Created Indicator is not available prior to 2014.

Details: Total Communitree Carbon Program contribution for all vintages 2010 - 2015

	Partner contribution	Vintages total
Social impact: Program Participants		
Participating communities		68
Participating smallholder families		296
Social impact: Employment Created		
Permanent positions		28
Nursery staff hired (seasonal)	1,100	
Planting staff hired (seasonal)	1,515	
Other staff hired	2	
Seasonal employment		2,617
Total employment created		2,645
Social impact: Employment demographics		
Number of Landless farmers employed		422
Number of Men employed		1,982
Number of Women employed		662
Social impact: Capacity development		
Community Project Development Workshops		57
Total session attendance		937
Financial impact: Payments and community fund contribution (USD)		
Ecosystem service payments made	\$361,971	
Advance payments made	\$171,488	
Additional payments to the community	\$181,898	
Total community payments made to date		\$715,357
 Equivalent annual local salaries		650
Future ecosystem service payments allocated		\$732,755
Total funds allocated to community		\$1,448,112
Environmental impact: Trees planted		
Mixed species forest plantation	1,407,903	
Silvopastoral planting	85,860	
Boundary planting	111,870	
Total trees planted		1,605,633
Environmental impact: Biodiversity		
Number of unique species recorded		87
Environmental impact: Area reforested		
Mixed species forest plantation (ha eq)	942.1	
Silvopastoral planting (ha eq)	147.7	
Boundary planting (ha eq)	126.1	
Total area reforested (ha eq.)		1,170.3
 Equivalent number of soccer fields		1,638.5
Environmental impact: Tonnes of CO₂ issued		
Mixed species forest plantation	267,600	
Silvopastoral planting	41,191	
Boundary planting	37,975	
Total tonnes of CO ₂ issued		346,767
 Equivalent number of cars' annual CO ₂ emissions offset		90,433

Note: Blank cells represent no data.

Detailed impact indicators by vintage: 2015

	Partner contribution	Vintage total
Social impact: Program Participants		
New participating communities		7
Participating smallholder families		35
Social impact: Employment Created		
Permanent positions		13
Nursery staff hired (seasonal)	823	
Planting staff hired (seasonal)	801	
Other staff hired	2	
Seasonal employment		1,626
Total employment created		1,639
Social impact: Capacity development		
Community Project Development Workshops		2
Total session attendance		28
Social impact: Employment demographics		
Number of landless farmers employed		187
Number of men employed		1,184
Number of women employed		455
Financial impact: Payments and community fund contribution (USD)		
Ecosystem service payments made	\$36,304	
Advance payments made	\$44,249	
Additional payments to the community	\$37,482	
Total community payments made to date		\$118,035
i Equivalent annual local salaries		107
Future ecosystem service payments allocated		\$309,977
Total funds allocated to community		\$428,013
Environmental impact: Trees planted		
Mixed species forest plantation	473,881	
Silvopastoral planting	4,148	
Boundary planting	4,777	
Total trees planted		482,806
Environmental impact: Area reforested		
Mixed species forest plantation (ha eq)	287.53	
Silvopastoral planting (ha eq)	6.72	
Boundary planting (ha eq)	5.17	
Total area reforested (ha eq.)		299.42
i Equivalent number of soccer fields		419.2
Environmental impact: Tonnes of CO₂ issued		
Mixed species forest plantation	86,640	
Silvopastoral planting	1,990	
Boundary planting	1,532	
Total tonnes of CO₂ issued		90,162
i Equivalent number of cars' annual CO₂ emissions offset		23,513

Notes: 1) Blank cells represent no data.

2) In the current year, some of the indicators will change as new sales are made. This will occur until all offsets are retired and the land area is finalized for the Plan Vivo Annual Report.

Detailed impact indicators by vintage: 2014

	Partner contribution	Vintage total
Social impact: Program Participants		
New participating communities		17
Participating smallholder families		52
Social impact: Employment Created		
Permanent positions		15
Nursery staff hired (seasonal)	277	
Planting staff hired (seasonal)	714	
Other staff hired		
Seasonal employment		991
Total employment created		1,006
Social impact: Capacity development		
Community Project Development Workshops		37
Total session attendance		632
Social impact: Employment demographics		
Number of landless farmers employed		235
Number of men employed		798
Number of women employed		207
Financial impact: Payments and community fund contribution (USD)		
Ecosystem service payments made	\$81,303	
Advance payments made	\$28,726	
Additional payments to the community	\$52,616	
Total community payments made to date		\$162,646
① Equivalent annual local salaries		148
Future ecosystem service payments allocated		\$153,327
Total funds allocated to community		\$315,973
Environmental impact: Trees planted		
Mixed species forest plantation	247,863	
Silvopastoral planting	13,786	
Boundary planting	40,241	
Total trees planted		301,889
Environmental impact: Area reforested		
Mixed species forest plantation (ha eq)	150.39	
Silvopastoral planting (ha eq)	22.32	
Boundary planting (ha eq)	43.54	
Total area reforested (ha eq.)		216.26
① Equivalent number of soccer fields		302.8
Environmental impact: Tonnes of CO₂ issued		
Mixed species forest plantation	45,951	
Silvopastoral planting	6,614	
Boundary planting	13,377	
Total tonnes of CO ₂ issued		65,941
① Equivalent number of cars' annual CO ₂ emissions offset		17,197

Notes: 1) Blank cells represent no data.

2) In the current year, some of the indicators will change as new sales are made. This will occur until all offsets are retired and the land area is finalized for the Plan Vivo Annual Report.

Detailed impact indicators by vintage: 2013

Partner contribution	Vintage total
Social impact: Program Participants	
New participating communities	19
Participating smallholder families	104
Social impact: Employment Created	
Permanent positions	
Nursery staff hired (seasonal)	
Planting staff hired (seasonal)	
Other staff hired	
Seasonal employment	
Total employment created	
Social impact: Capacity development	
Community Project Development Workshops	
Total session attendance	
Social impact: Employment demographics	
Number of landless farmers employed	
Number of men employed	
Number of women employed	
Financial impact: Payments and community fund contribution (USD)	
Ecosystem service payments made	\$65,084
Advance payments made	\$33,838
Additional payments to the community	\$44,291
Total community payments made to date	\$143,213
i Equivalent annual local salaries	130
Future ecosystem service payments allocated	\$165,837
Total funds allocated to community	\$309,050
Environmental impact: Trees planted	
Mixed species forest plantation	294,007
Silvopastoral planting	24,582
Boundary planting	27,854
Total trees planted	346,443
Environmental impact: Area reforested	
Mixed species forest plantation (ha eq)	178.39
Silvopastoral planting (ha eq)	39.80
Boundary planting (ha eq)	30.14
Total area reforested (ha eq.)	248.33
i Equivalent number of soccer fields	347.7
Environmental impact: Tonnes of CO₂ issued	
Mixed species forest plantation	57,055
Silvopastoral planting	11,793
Boundary planting	9,583
Total tonnes of CO₂ issued	78,430
i Equivalent number of cars' annual CO₂ emissions offset	20,454

Notes: 1) Blank cells represent no data.

2) In the current year, some of the indicators will change as new sales are made. This will occur until all offsets are retired and the land area is finalized for the Plan Vivo Annual Report.

Detailed impact indicators by vintage: 2012

	Partner contribution	Vintage total
Social impact: Program Participants		
New participating communities		11
Participating smallholder families		54
Social impact: Employment Created		
Permanent positions		
Nursery staff hired (seasonal)		
Planting staff hired (seasonal)		
Other staff hired		
Seasonal employment		
Total employment created		
Social impact: Capacity development		
Community Project Development Workshops		18
Total session attendance		277
Social impact: Employment demographics		
Number of landless farmers employed		
Number of men employed		
Number of women employed		
Financial impact: Payments and community fund contribution (USD)		
Ecosystem service payments made	\$104,575	
Advance payments made	\$41,753	
Additional payments to the community	\$33,288	
Total community payments made to date		\$179,616
i Equivalent annual local salaries		163
Future ecosystem service payments allocated		\$67,666
Total funds allocated to community		\$247,282
Environmental impact: Trees planted		
Mixed species forest plantation	230,647	
Silvopastoral planting	38,048	
Boundary planting	13,017	
Total trees planted		281,711
Environmental impact: Area reforested		
Mixed species forest plantation (ha eq)	139.95	
Silvopastoral planting (ha eq)	61.60	
Boundary planting (ha eq)	14.08	
Total area reforested (ha eq.)		215.64
i Equivalent number of soccer fields		301.9
Environmental impact: Tonnes of CO₂ issued		
Mixed species forest plantation	43,780	
Silvopastoral planting	18,254	
Boundary planting	4,173	
Total tonnes of CO₂ issued		66,207
i Equivalent number of cars' annual CO₂ emissions offset		17,266

Notes: 1) Blank cells represent no data.

2) In the current year, some of the indicators will change as new sales are made. This will occur until all offsets are retired and the land area is finalized for the Plan Vivo Annual Report.

Detailed impact indicators by vintage: 2011

	Partner contribution	Vintage total
Social impact: Program Participants		
New participating communities		8
Participating smallholder families		59
Social impact: Employment Created		
Permanent positions		
Nursery staff hired (seasonal)		
Planting staff hired (seasonal)		
Other staff hired		
Seasonal employment		
Total employment created		
Social impact: Capacity development		
Community Project Development Workshops		
Total session attendance		
Social impact: Employment demographics		
Number of landless farmers employed		
Number of men employed		
Number of women employed		
Financial impact: Payments and community fund contribution (USD)		
Ecosystem service payments made	\$51,990	
Advance payments made	\$19,129	
Additional payments to the community	\$14,221	
Total community payments made to date		\$85,341
<i>i Equivalent annual local salaries</i>		78
Future ecosystem service payments allocated		\$28,511
Total funds allocated to community		\$113,852
Environmental impact: Trees planted		
Mixed species forest plantation	112,493	
Silvopastoral planting	2,544	
Boundary planting	23,526	
Total trees planted		138,563
Environmental impact: Area reforested		
Mixed species forest plantation (ha eq)	79.27	
Silvopastoral planting (ha eq)	4.12	
Boundary planting (ha eq)	28.55	
Total area reforested (ha eq.)		111.93
<i>i Equivalent number of soccer fields</i>		156.7
Environmental impact: Tonnes of CO₂ issued		
Mixed species forest plantation	24,005	
Silvopastoral planting	1,220	
Boundary planting	8,459	
Total tonnes of CO ₂ issued		33,684
<i>i Equivalent number of cars' annual CO2 emissions offset</i>		8,784

Notes: 1) Blank cells represent no data.

2) In the current year, some of the indicators will change as new sales are made. This will occur until all offsets are retired and the land area is finalized for the Plan Vivo Annual Report.

Detailed impact indicators by vintage: 2010

	Partner contribution	Vintage total
Social impact: Program Participants		
New participating communities		6
Participating smallholder families		22
Social impact: Employment Created		
Permanent positions		
Nursery staff hired (seasonal)		
Planting staff hired (seasonal)		
Other staff hired		
Seasonal employment		
Total employment created		
Social impact: Capacity development		
Community Project Development Workshops		
Total session attendance		
Social impact: Employment demographics		
Number of landless farmers employed		
Number of men employed		
Number of women employed		
Financial impact: Payments and community fund contribution (USD)		
Ecosystem service payments made	\$22,713	
Advance payments made	\$3,793	
Additional payments to the community		
Total community payments made to date		\$26,506
<i>i</i> Equivalent annual local salaries		24
Future ecosystem service payments allocated		\$7,436
Total funds allocated to community		\$33,942
Environmental impact: Trees planted		
Mixed species forest plantation	49,013	
Silvopastoral planting	2,752	
Boundary planting	2,455	
Total trees planted		54,221
Environmental impact: Area reforested		
Mixed species forest plantation (ha eq)	34.32	
Silvopastoral planting (ha eq)	4.46	
Boundary planting (ha eq)	2.88	
Total area reforested (ha eq.)		41.65
<i>i</i> Equivalent number of soccer fields		58.3
Environmental impact: Tonnes of CO₂ issued		
Mixed species forest plantation	10,170	
Silvopastoral planting	1,320	
Boundary planting	852	
Total tonnes of CO ₂ issued		12,342
<i>i</i> Equivalent number of cars' annual CO ₂ emissions offset		3,219

Notes: 1) Blank cells represent no data.

2) In the current year, some of the indicators will change as new sales are made. This will occur until all offsets are retired and the land area is finalized for the Plan Vivo Annual Report.

12.5 ANEXO E. CÁLCULOS DE EMISIONES

EMISIONES POR ELECTRICIDAD EN DAWSON COLLEGE

DAWSON COLLEGE								
2007-2008					2008-2009			
PERIODO	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}
Julio-Agosto	2.04	0.00020	0.00010	2.08	2.26	0.00023	0.00011	2.30
Agosto-Septiembre	2.06	0.00021	0.00010	2.10	2.03	0.00020	0.00010	2.07
Septiembre-Octubre	2.10	0.00021	0.00010	2.13	2.10	0.00021	0.00010	2.13
Octubre-Noviembre	2.36	0.00024	0.00012	2.40	2.27	0.00023	0.00011	2.31
Noviembre-Diciembre	2.68	0.00027	0.00013	2.73	2.61	0.00026	0.00013	2.65
Diciembre-Enero	3.08	0.00031	0.00015	3.13	3.36	0.00034	0.00017	3.42
Enero-Febrero	3.38	0.00034	0.00017	3.44	3.52	0.00035	0.00018	3.58
Febrero-Marzo	3.09	0.00031	0.00015	3.14	2.61	0.00026	0.00013	2.65
Marzo-Abril	3.06	0.00031	0.00015	3.11	2.46	0.00025	0.00012	2.51
Abril-Mayo	2.51	0.00025	0.00013	2.55	2.02	0.00020	0.00010	2.05
Mayo-Junio	2.25	0.00022	0.00011	2.29	1.92	0.00019	0.00010	1.95
Junio-Julio	2.05	0.00020	0.00010	2.08	2.18	0.00022	0.00011	2.21
EMISIONES TOTALES	31	0.00306	0.00153	31	29	0.00293	0.00147	30

EMISIONES POR ELECTRICIDAD EN DAWSON COLLEGE												
ELECTRICIDAD												
2009-2010				2010-2011				2011-2012				
tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂
2.26	0.00023	0.00011	2.30	2.54	0.00025	0.00013	2.59	2.26	0.00023	0.00011	2.30	2.00
2.30	0.00023	0.00012	2.34	2.46	0.00025	0.00012	2.51	2.26	0.00023	0.00011	2.30	2.61
2.05	0.00020	0.00010	2.08	2.42	0.00024	0.00012	2.46	2.31	0.00023	0.00012	2.35	2.05
2.50	0.00025	0.00012	2.54	2.62	0.00026	0.00013	2.67	2.37	0.00024	0.00012	2.41	2.91
2.46	0.00025	0.00012	2.51	2.69	0.00027	0.00013	2.74	2.43	0.00024	0.00012	2.48	2.54
2.94	0.00029	0.00015	3.00	3.24	0.00032	0.00016	3.29	3.75	0.00037	0.00019	3.81	3.68
3.42	0.00034	0.00017	3.48	2.96	0.00030	0.00015	3.02	2.19	0.00022	0.00011	2.23	2.58
2.45	0.00024	0.00012	2.49	2.88	0.00029	0.00014	2.93	2.58	0.00026	0.00013	2.63	2.45
2.66	0.00027	0.00013	2.70	2.74	0.00027	0.00014	2.79	2.58	0.00026	0.00013	2.63	2.93
2.30	0.00023	0.00012	2.34	2.42	0.00024	0.00012	2.46	2.11	0.00021	0.00011	2.15	2.37
2.16	0.00022	0.00011	2.20	2.05	0.00021	0.00010	2.09	2.13	0.00021	0.00011	2.17	1.79
2.37	0.00024	0.00012	2.41	1.95	0.00020	0.00010	1.99	2.24	0.00022	0.00011	2.28	2.03
30	0.00299	0.00149	30	31	0.00310	0.00155	32	29	0.00292	0.00146	30	30

2012-2013						
tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	2013-2014			
tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}
0.00020	0.00010	2.04	1.84	0.00018	0.00009	1.87
0.00026	0.00013	2.65	2.54	0.00025	0.00013	2.59
0.00020	0.00010	2.08	1.55	0.00016	0.00008	1.58
0.00029	0.00015	2.96	2.35	0.00024	0.00012	2.39
0.00025	0.00013	2.59	2.82	0.00028	0.00014	2.87
0.00037	0.00018	3.74	3.18	0.00032	0.00016	3.24
0.00026	0.00013	2.62	3.01	0.00030	0.00015	3.06
0.00024	0.00012	2.49	2.58	0.00026	0.00013	2.62
0.00029	0.00015	2.98	2.67	0.00027	0.00013	2.72
0.00024	0.00012	2.41	2.11	0.00021	0.00011	2.15
0.00018	0.00009	1.82	2.11	0.00021	0.00011	2.15
0.00020	0.00010	2.07	1.79	0.00018	0.00009	1.82
0.00299	0.00150	30	29	0.00286	0.00143	29

2014-2015							
tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	2015-2016			
tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}
1.90	0.00019	0.00010	1.94	1.86	0.00019	0.00009	1.89
1.86	0.00019	0.00009	1.89	1.78	0.00018	0.00009	1.81
1.97	0.00020	0.00010	2.00	2.70	0.00027	0.00014	2.75
2.13	0.00021	0.00011	2.17	1.98	0.00020	0.00010	2.02
2.40	0.00024	0.00012	2.44	1.73	0.00017	0.00009	1.76
2.86	0.00029	0.00014	2.91	3.23	0.00032	0.00016	3.29
3.34	0.00033	0.00017	3.40	2.27	0.00023	0.00011	2.31
2.64	0.00026	0.00013	2.69	2.46	0.00025	0.00012	2.51
2.67	0.00027	0.00013	2.72	2.43	0.00024	0.00012	2.47
2.13	0.00021	0.00011	2.17	2.16	0.00022	0.00011	2.20
1.58	0.00016	0.00008	1.61	1.52	0.00015	0.00008	1.55
1.44	0.00014	0.00007	1.47	1.84	0.00018	0.00009	1.87
27	0.00269	0.00135	27	26	0.00260	0.00130	26

EMISIONES POR CONSUMO DE GAS NATURAL EN DAWSON COLLEGE

								
2007-2008					2008-2009			
PERIODO	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}
Julio-Agosto	7.89	0.00015	0.00015	7.94	7.88	0.00015	0.00015	7.92
Agosto-Septiembre	8.89	0.00017	0.00016	8.94	7.56	0.00015	0.00014	7.60
Septiembre-Octubre	12.10	0.00024	0.00022	12.17	12.06	0.00024	0.00022	12.13
Octubre Noviembre	29.98	0.00059	0.00056	30.16	31.42	0.00062	0.00058	31.61
Noviembre-Diciembre	81.15	0.00159	0.00151	81.65	64.38	0.00126	0.00119	64.78
Diciembre-Enero	116.47	0.00228	0.00216	117.18	104.65	0.00205	0.00194	105.30
Enero-Febrero	153.53	0.00301	0.00285	154.48	126.55	0.00248	0.00235	127.33
Febrero-Marzo	178.26	0.00350	0.00331	179.36	111.07	0.00218	0.00206	111.75
Marzo-Abril	126.01	0.00247	0.00234	126.79	83.98	0.00165	0.00156	84.49
Abril-Mayo	59.19	0.00116	0.00110	59.55	18.79	0.00037	0.00035	18.90
Mayo-Junio	20.38	0.00040	0.00038	20.50	10.81	0.00021	0.00020	10.87
Junio-Julio	10.39	0.00020	0.00019	10.45	12.43	0.00024	0.00023	12.51
EMISIONES TOTALES	804	0.01577	0.01492	809	592	0.01160	0.01097	595

EMISIONES POR GAS NATURAL							
2009-2010				2010-2011			
tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}
7.61	0.00015	0.00014	7.66	4.10	0.00008	0.00008	4.13
9.08	0.00018	0.00017	9.13	4.65	0.00009	0.00009	4.68
29.10	0.00057	0.00054	29.28	11.36	0.00022	0.00021	11.43
57.09	0.00112	0.00106	57.44	35.69	0.00070	0.00066	35.91
79.93	0.00157	0.00148	80.42	73.92	0.00145	0.00137	74.37
125.07	0.00245	0.00232	125.84	106.08	0.00208	0.00197	106.73
145.26	0.00285	0.00269	146.16	92.38	0.00181	0.00171	92.95
97.39	0.00191	0.00181	97.99	62.71	0.00123	0.00116	63.10
51.48	0.00101	0.00095	51.80	57.96	0.00114	0.00108	58.32
29.68	0.00058	0.00055	29.87	37.25	0.00073	0.00069	37.48
8.76	0.00017	0.00016	8.82	10.59	0.00021	0.00020	10.66
5.68	0.00011	0.00011	5.72	6.41	0.00013	0.00012	6.45
646	0.01267	0.01198	650	503	0.00986	0.00933	506

NATURAL EN DAWSON COLLEGE											
ELECTRICIDAD											
2011-2012				2012-2013				2013-2014			
tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}
4.74	0.00009	0.00009	4.77	3.43	0.00007	0.00006	3.45	5.48	0.00011	0.00010	5.52
7.36	0.00014	0.00014	7.41	5.31	0.00010	0.00010	5.34	5.07	0.00010	0.00009	5.10
18.64	0.00037	0.00035	18.76	15.76	0.00031	0.00029	15.86	8.57	0.00017	0.00016	8.63
40.13	0.00079	0.00074	40.38	39.04	0.00077	0.00072	39.28	28.73	0.00056	0.00053	28.90
48.80	0.00096	0.00091	49.10	37.74	0.00074	0.00070	37.98	47.12	0.00092	0.00087	47.41
100.20	0.00196	0.00186	100.82	54.75	0.00107	0.00102	55.09	105.48	0.00207	0.00196	106.13
94.88	0.00186	0.00176	95.46	64.73	0.00127	0.00120	65.13	100.82	0.00198	0.00187	101.44
69.51	0.00136	0.00129	69.94	44.76	0.00088	0.00083	45.04	66.88	0.00131	0.00124	67.29
19.89	0.00039	0.00037	20.01	40.44	0.00079	0.00075	40.69	62.16	0.00122	0.00115	62.55
25.27	0.00050	0.00047	25.42	15.68	0.00031	0.00029	15.78	25.60	0.00050	0.00047	25.76
8.10	0.00016	0.00015	8.15	7.24	0.00014	0.00013	7.29	11.02	0.00022	0.00020	11.09
4.65	0.00009	0.00009	4.68	6.58	0.00013	0.00012	6.62	7.10	0.00014	0.00013	7.14
442	0.00867	0.00820	445	335	0.00658	0.00622	338	474	0.00929	0.00879	477

2014-2015							
tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}
5.37	0.00011	0.00010	5.40	4.37	0.00009	0.00008	4.40
8.13	0.00016	0.00015	8.18	6.39	0.00013	0.00012	6.43
19.64	0.00039	0.00036	19.76	15.87	0.00031	0.00029	15.97
36.12	0.00071	0.00067	36.35	27.65	0.00054	0.00051	27.82
54.62	0.00107	0.00101	54.96	28.84	0.00057	0.00053	29.01
87.37	0.00171	0.00162	87.91	54.67	0.00107	0.00101	55.00
103.87	0.00204	0.00193	104.51	38.93	0.00076	0.00072	39.17
80.02	0.00157	0.00148	80.51	36.76	0.00072	0.00068	36.99
59.54	0.00117	0.00110	59.91	31.70	0.00062	0.00059	31.89
15.66	0.00031	0.00029	15.76	21.39	0.00042	0.00040	21.52
7.75	0.00015	0.00014	7.80	6.22	0.00012	0.00012	6.26
5.26	0.00010	0.00010	5.30	4.93	0.00010	0.00009	4.96
483	0.00948	0.00897	486	278	0.00545	0.00515	279

EMISIONES POR GENERACIÓN DE RESIDUOS EN DAWSON COLLEGE

GENERACIÓN DE RESIDUOS DAWSON COLLEGE								
	2014-2015				2015-2016			
PERIODO	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tCO _{2e}
Julio	-	0.42	-	8.78	-	0.66	-	13.91
Agosto	-	0.62	-	12.94	-	0.69	-	14.50
Septiembre	-	1.21	-	25.39	-	0.89	-	18.62
Octubre	-	0.97	-	20.42	-	0.84	-	17.60
Noviembre	-	1.04	-	21.87	-	1.15	-	24.18
Diciembre	-	0.78	-	16.34	-	0.64	-	13.48
Enero	-	0.63	-	13.27	-	0.53	-	11.20
Febrero	-	0.94	-	19.70	-	0.93	-	19.49
Marzo	-	1.05	-	22.07	-	0.62	-	12.92
Abril	-	0.80	-	16.76	-	0.75	-	15.78
Mayo	-	0.85	-	17.93	-	0.95	-	20.04
Junio	-	0.87	-	18.20	-	0.51	-	10.62
GENERACIÓN	0	10.18	-	214	0	9.15841	-	192
RESIDUOS VALORIZADOS	0	2.49	-	52.29	0	2.35	-	49.42143
GENERACIÓN TOTAL				265.97				241.75

12.6 ANEXO F. PLATAFORMA DE CONVERSIÓN A CARBONO NEUTRO



CONSUMOS DE ELECTRICIDAD DAWSON COLLEGE											DAWSON COLLEGE
PERIODO	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018
	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h	Kw/h
EMISIONES											

CONSUMOS DE GAS NATURAL DAWSON COLLEGE											DAWSON COLLEGE
PERIODO	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018
	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)	Gas Total (m3)
EMISIONES											

GENERACIÓN DE RESIDUOS DAWSON COLLEGE					
PERIODO	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	
	Peso (TON)	Peso (TON)	Peso (TON)	Peso (TON)	
EMISIONES					

12.6 ANEXO G. PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Diseño de estrategias sustentables para lograr Carbono Neutro en el Dawson College en Montreal, Canadá

		Electricidad (Kw/h)	Gas natural (m3)
Referencia Johnson Controls	2014-2015	13,554,116	256,442
Datos de recibos		13,464,000	256,248
	Error relativo (%)	0.66	0.08
	Confianza (%)	99.34	99.92