

**CIPAD. Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y  
Desarrollo**

**Diagnóstico para alcanzar la certificación de neutralidad en  
emisiones de GEI de los Centros Universitarios Regionales de  
la Universidad de Guadalajara**

Reporte Final de Proyecto

**En Atención a:**  
**Dra. Carla Delfina Aceves Ávila**  
**Responsable del Programa Universidad Sustentable**  
**Universidad de Guadalajara**

**Elaboró: Dr. Arturo Balderas Torres**  
**Ing. Sergio Garmendia Lemus**  
**Líder del Proyecto**  
**[arturo@cipad.mx](mailto:arturo@cipad.mx)**  
**Teléfono: 331-464-5091**  
**Zapopan Jalisco, diciembre de 2016**

**Este diagnóstico se realizó con recursos del PROFOCIE 2015**

## **Resumen Ejecutivo**

El presente documento muestra el reporte del proyecto titulado “Diagnóstico para alcanzar la certificación de neutralidad en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los Centros Universitarios Regionales de la Universidad (CURs) de Guadalajara ubicados en diferentes áreas del Estado de Jalisco, elaborado para el programa de Universidad Sustentable de la Universidad de Guadalajara. El alcance del proyecto se enfoca en los siguientes Centros Universitarios: CUALTOS, CUSUR, CUVALLES, CUNORTE y CUCOSTA. El proyecto conjunta los tres alcances descritos en la propuesta, primero un diagnóstico de las opciones de certificación de neutralidad de carbono. En segundo lugar, se presenta la información de los Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de los cinco centros universitarios; y finalmente se muestra una propuesta general de trabajo para alcanzar la neutralidad de carbono en el mediano y largo plazo.

La estimación del inventario de GEI implica la cuantificación de las que los procesos y servicios que ofrece el CU genera directa e indirectamente debido los patrones de consumo y operación. Con base en este estimado es posible calcular la contribución de los CURs en materia de Cambio Climático y la capacidad de almacenamiento y captura de carbono en la biomasa de la vegetación arbórea presentes en sus instalaciones.

En el procedimiento propuesto aquí se incluye la estimación de las emisiones de GEI por consumo de combustibles, por transporte, viajes, generación y disposición de residuos sólidos y aguas residuales, y las emisiones indirectas por consumo de electricidad, agua potable y consumo de otros bienes y servicios en general con base en los lineamientos establecidos en el Protocolo de Neutralidad en Carbono e ISO 14064-1. Además, se estima el contenido y potencial de captura de carbono de los árboles presentes en los CURs con base a los estudios previos realizados por la Universidad.

Con la información descrita se estiman las emisiones netas de GEI para cada CU en el año 2015. También se incluye la estimación de cuánto podrían reducirse las emisiones de GEI si se implementan medidas de mitigación. Con base en la proyección de crecimiento de cada CU en función del número de estudiantes se determina las emisiones de GEI en un escenario inercial (Business as Usual) en el cual se supone que no se desarrollan medidas de mitigación. Se incluye la proyección de un objetivo de reducción de emisiones consistente en el mediano y largo plazo con los compromisos que México ha asumido dentro de la legislación nacional y como parte de los compromisos internacionales. Considerando estos dos elementos se describe la cantidad que deberían reducirse las emisiones de GEI, y en el caso de las emisiones que no

puedan reducirse, entonces se describen los requisitos de compra de certificados de reducción de emisiones o captura de carbono para alcanzar la neutralidad de las emisiones de GEI.

El análisis de opciones de certificación se determina considerando las capacidades de cada centro en cuanto a gestión de información y los procesos que generan emisiones de GEI. Los esquemas de certificación requieren que los CURs monitoreen y den seguimiento a las emisiones de GEI generadas por fuentes fijas y móviles, uso de electricidad, viajes institucionales, adquisición de productos, manejo de residuos y transporte institucional. Se reconoce que mientras más detallada sea la información de las actividades que se realizan en los CURs se tendrá una estimación más completa del impacto que estos tienen en las emisiones de GEI y en su contribución al cambio climático, así como una propuesta más ambiciosa respecto a su potencial esquema de certificación. Sin embargo, aumentar cada vez más los niveles de detalle también vuelve más complejos los sistemas de gestión y procesamiento de información. Es por este motivo que se recomienda sentar un base común para todos los CURs considerados en este estudio, al mismo tiempo que se les ofrezca un camino y la metodología para que los CURs que estén en mejor posición, puedan aumentar el nivel de detalle de sus estimaciones. Lo anterior también toma en consideración que en los CURs no existen actualmente sistemas integrados de gestión ambiental o de gestión de información ambiental. Por este motivo se recomienda iniciar con la consideración de un enfoque de certificación a nivel Organización para CUNORTE y CUVALLES y un esquema de certificación de Edificio para CUSUR, CUALTOS y CUCOSTA. A todos los CURs se le podrán ir agregando gradualmente diferentes categorías y calidad en la información para generar un estimado más completo de las emisiones de GEI.

Los resultados indican que en el año 2015 las emisiones estimadas para el alcance seleccionado en los cinco CURs fueron del orden de 4,810 tonCO<sub>2</sub>e. Considerando los diferentes escenarios inerciales de crecimiento basado en el número probable de alumnos en los próximos quince años se estima que de no realizarse medidas de mitigación las emisiones podrían aumentar hasta 7,268 tonCO<sub>2</sub>e por año esto representa un crecimiento del 51%. El arbolado presente en los CURs cuenta con un almacén actual de 1,231 tonCO<sub>2</sub>e y considerando una capacidad de crecimiento del 1% anual implicaría el potencial para remover 94 tonCO<sub>2</sub>e/año, lo que equivaldría a 1,416 tonCO<sub>2</sub>e en el transcurso de los próximos 15 años, esto representa el 1.6% del total de las emisiones esperadas en dicho periodo en los cinco CURs.

Una de las primeras actividades del proceso de certificación de neutralidad en carbono una vez que se han estimado las emisiones de GEI es el establecimiento de una meta de reducción de emisiones. Al adoptar un objetivo de mitigación del 40% en CUALTOS y CUCOSTA, 45% en

CUVALLES y 50% en CUSUR y CUNORTE en relación al escenario de referencia se cumple el objetivo de reducir las emisiones brutas en relación al año inicial; esto representa el establecimiento de una meta de reducción de 3,960 tonCO<sub>2</sub>e en los siguientes quince años. Derivado de lo anterior entonces los requerimientos de compra de certificados de reducción de emisiones o de bonos de carbono para alcanzar la neutralidad de carbono sería de 64,367 tonCO<sub>2</sub>e (4,291 tonCO<sub>2</sub>e anualmente). Con el objetivo de generar un estimado confiable de la reducción de emisiones se plantea que la estrategia principal de mitigación sea la instalación de paneles solares fotovoltaicos para cubrir parte de la necesidad energética de los CURs al tiempo que se reduzcan las emisiones. El plan propuesto de mitigación requiere la instalación de 7,652 paneles solares de 250 W, lo cual implicaría una inversión estimada de \$83.9 millones de pesos. Considerando el tiempo de vida útil de los equipos de 25 años representa un costo equivalente anual de \$3.37 millones de pesos lo cual representa el 52% del costo actual por concepto de energía eléctrica. Aunque es necesario realizar un análisis financiero para cada CU, esta medida de mitigación puede ser financieramente viable, es decir que a largo plazo resulte en ahorros netos en términos monetarios además promover la reducción de emisiones. El presupuesto requerido para la neutralización de emisiones de los cinco centros para el análisis de quince años sería de \$13.8 millones de pesos (\$4.1 a \$27.6 millones), lo que anualmente representaría \$920,965 pesos (\$276,289 pesos a \$1.8 millones) dependiendo del costo de referencia de los certificados de reducción de emisiones o captura de carbono que se utilice. Es necesario mencionar también que se deberán cubrir costos administrativos y de transacción asociados al registro y certificación de los inventarios y acciones de mitigación y neutralización ante la oficina del Protocolo de Neutralidad en Carbono.

La propuesta metodológica aquí descrita incluye todas las categorías y algoritmos matemáticos que las entidades de certificación y organismos estandarizados internacionales recomiendan para la elaboración de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. El trabajo fue desarrollado pensando en que es un primer acercamiento para conocer la contribución de los Centros Universitarios al Cambio Climático. Como parte de un proceso de implementación y mejora continua, este estudio será una referencia para la implementación de proyectos de eficiencia energética, consumo responsable y fomento a las capacidades locales, estatales y nacionales en materia de acción ante al Cambio Climático. Es necesario reconocer que la selección de un esquema de certificación, la presentación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero y la definición de objetivos de mitigación acordes a los objetivos institucionales tienen el potencial de promover las transformaciones necesarias que permitan la implementación exitosa de las políticas Universitarias en materia de sustentabilidad y acción ante el Cambio Climático.

## Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo.....	2
Tabla de Contenido .....	5
Índice de Tablas .....	6
Índice de Figuras .....	7
Índice de Ecuaciones.....	8
1 Introducción.....	9
1.1 Antecedentes.....	9
1.2 Objetivos.....	11
2 Metodología.....	12
2.1 Evaluación de Opciones de Certificación.....	12
2.2 Inventarios de Emisiones.....	12
2.2.1 Metodologías de Cálculo.....	14
2.2.2 Factores de Emisión.....	20
2.3 Identificación de Actividades de Mitigación y Planes de Trabajo.....	24
3 Resultados.....	25
3.1 Evaluación de Opciones de Certificación.....	25
3.1.1 Recomendación de la Modalidad de Certificación para los CURs.....	27
3.1.2 Planes Futuros.....	28
3.2 Inventario de Emisiones.....	28
3.3 CUVALLÉS.....	29
3.4 CUALTOS.....	30
3.5 CUSUR.....	31
3.6 CUCOSTA.....	32
3.7 CUNORTE.....	33
3.7.2 Resumen de emisiones para los Centros Universitarios Regionales.....	42
3.8 Plan de Trabajo.....	43
3.8.1 Definición de Objetivo de Mitigación.....	43
3.8.2 Identificación de Medidas de Mitigación en los CURs.....	44
3.8.3 Identificación de Opciones de Neutralización.....	50
4 Conclusiones.....	54
5 Agradecimientos.....	57
6 Referencias.....	58

## Índice de Tablas

Tabla 1. Tabla resumen de factores de emisión par a las diferentes categorías y fuentes de emisión considerados en los protocolos de certificación. ....	22
Tabla 2. Opciones de certificación del Protocolo de Neutralidad de Carbono consideradas para los CURs. ....	25
Tabla 3. Emisiones de GEI de los CURs para la certificación como neutral en carbono. ....	38
Tabla 4. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en los CURs.....	41
Tabla 5. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CURs .....	42
Tabla 6. Resumen de Objetivos de Mitigación y Neutralización en los CURs considerados (2015-2030) (en millones de pesos) .....	53

## Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de CUVALLES, tomado de Google-Maps, 2016.....	29
Figura 2. Instalaciones generales de CUVALLES.....	30
Figura 3. Ubicación geográfica de CUSUR, tomado de Google-Maps, 2016. ....	31
Figura 4. Instalaciones generales de CUSUR.....	31
Figura 5. Ubicación geográfica de CUSUR, tomado de Google-Maps, 2016. ....	32
Figura 6. Instalaciones generales de CUSUR.....	32
Figura 7. Ubicación geográfica de CUCOSTA, tomado de Google-Maps, 2016.....	33
Figura 8. Instalaciones generales de CUCOSTA.....	33
Figura 9. Ubicación geográfica de CUNORTE, tomado de Google-Maps, 2016.....	34
Figura 10. Instalaciones generales de CUNORTE.....	34
Figura 11. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUNORTE.....	39
Figura 12. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUVALLES.....	39
Figura 13. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUSUR.....	40
Figura 14. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUALTOS.....	40
Figura 15. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCOSTA.....	41
Figura 16. Emisiones totales de los CURs en el año de 2015.....	43
Figura 17. Distribución porcentual de las emisiones de GEI por las categorías incluidas en los CURs.....	43
Figura 18. Objetivos de reducción de emisiones CUNORTE.....	45
Figura 19. Objetivos de reducción de emisiones CUVALLES.....	46
Figura 20. Objetivos de reducción de emisiones CUSUR.....	46
Figura 21. Objetivos de reducción de emisiones CUALTOS.....	47
Figura 22. Objetivos de reducción de emisiones CUCOSTA.....	47

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Ecuación general de estimación de emisiones directas .....	14
Ecuación 2. Ecuación general de estimación de emisiones directas fugitivas .....	15
Ecuación 3. Ecuación general de estimación de emisiones por consumo eléctrico .....	15
Ecuación 4. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de vehículo propio.....	16
Ecuación 5. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de taxi.....	17
Ecuación 6. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de camión .....	17
Ecuación 7. Ecuación general de estimación de emisiones por viajes aéreos institucionales.....	18
Ecuación 8. Ecuación general de estimación de emisiones por residuos.....	18
Ecuación 9. Emisiones por consumo de papel. ....	18
Ecuación 10. Reducción de emisiones por instalación de equipos solares .....	20



# 1 Introducción

## 1.1 Antecedentes

El concepto de desarrollo sustentable, aunque ha sido ampliamente utilizado y sin duda ha tenido éxito como una declaración política, enfrenta muchos y diversos retos en su interpretación e implementación. Tradicionalmente se interpreta como “el desarrollo que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (Brundtland, 1987). Sin embargo, esta definición no considera entre otros aspectos criterios para establecer un marco de implementación o aspectos de equidad intra e inter generacionales. En este contexto el flujo o *el consumo* de ciertos materiales y la generación de residuos son parte en un acto natural, propio de los seres vivos y ciclos ambientales. El consumo como problema ambiental surge en el momento en el que los seres humanos complejizan las necesidades de consumo y toman el control sobre los recursos naturales de provisión y de asimilación, degradándolos a una velocidad mayor de lo que estos tardan en regenerarse.

La preocupación por el cambio climático comenzó con el reconocimiento científico de la relación entre las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero (GEI), particularmente el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el calentamiento global. El interés mundial por responder a la situación dio lugar a la formación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en 1988. El IPCC publicó su primer informe de evaluación en 1990 (Houghton et al., 1990), el cual jugó un papel importante en el establecimiento de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), un tratado ambiental internacional adoptado durante la Cumbre de Río en 1992, con el objetivo de estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias peligrosas, por parte del ser humano, en el sistema climático (CMNUCC, 1992). A partir de éstos compromisos, los países y organizaciones de distinta índole se han dado a la tarea de generar información acerca de la presión antrópica que se ejerce sobre el clima a través de la contabilización de emisiones de GEI siguiendo las metodologías del IPCC para elaborar inventarios de GEI.

En la elaboración de los inventarios de GEI se incluyen dos tipos principales de fuentes de emisión. El primer grupo corresponde las emisiones directas, las cuales son aquellas que ocurren dentro de los límites y el control de la organización ya sea por la operación de maquinaria dentro en sus instalaciones o uso de vehículos de su propiedad, asimismo se incluyen las emisiones fugitivas de los equipos refrigerantes, en su mayoría. Un segundo grupo son las emisiones indirectas las cuales ocurren como parte de los procesos de producción de los

bienes y servicios utilizados por la organización o como consecuencia de la operación de la organización o realización de actividades específicas (p.e. transporte de personal hacia un centro, envíos de paquetería, viajes ejecutivos, entre otros).

Originalmente de acuerdo con la Ley General de Cambio Climático (LGCC), México tiene como meta aspiracional reducir la emisión de los GEI en un 50% para el 2050 respecto a las emitidas en el 2000. Como parte de su Contribución Prevista Determinada a Nivel Nacional (INDC por sus siglas en inglés) comunicada por México ante la CMNUCC en el año 2015, este objetivo fue actualizado y ahora indica que el país habrá de reducir sus emisiones de GEI en 25% para el año 2030 en relación con aquellas del año 2013 meta que podrá ser mayor si se alcanzan acuerdos de cooperación ambiciosos a nivel internacional (CMNUCCC, 2015). En este contexto resulta de suma importancia que todos los sectores sociales se sumen a estos esfuerzos y generen acciones y políticas para reducir sus emisiones de GEI.

La neutralidad de carbono es un concepto que indica que un individuo, empresa u organización ha realizado actividades y esfuerzos para eliminar su contribución al cambio climático. La mitigación del cambio climático comprende primero, los esfuerzos que se realizan para reducir las emisiones anuales de GEI y segundo, las acciones complementarias realizadas para compensar el efecto de aquellas emisiones de GEI que no es posible reducir. Existen varios protocolos de certificación los cuales cuentan con lineamientos y recomendaciones de reconocimiento internacional para realizar un diagnóstico de las emisiones de GEI para diferentes entidades y alcances que puede ir desde individuos, desarrollos urbanos, organizaciones, edificios hasta productos o actividades específicas. Lograr una certificación de neutralidad en carbono les permite a las entidades que se certifican, comunicar y publicitar sus esfuerzos y resultados obtenidos en la reducción de sus impactos ambientales.

De acuerdo con UdG (2016), la historia de la Universidad de Guadalajara se traslada a la época virreinal de la región occidente de México. A lo largo de los años, la Universidad de Guadalajara ha buscado ser una institución que forme profesionistas competitivos en el contexto global, realice investigación de vanguardia y pertinente a las necesidades sociales y desarrolle innovadores programas de vinculación con la sociedad. Actualmente, es la máxima casa de estudios del estado de Jalisco y una de las 10 universidades más grandes e importantes del país.

La UdG, reconoce que la institución no es ajena a cumplir con los ambiciosos objetivos de mitigación del Cambio Climático y asume la responsabilidad de promover un desarrollo de bajo impacto. De acuerdo con el Rector General UdG, Mtro. Izcoatl Tonatiuh Bravo y el Plan de Desarrollo Institucional (2014-2030), la disminución de la huella de carbono y la inclusión de

las energías renovables son hilos conductores del trabajo institucional y los objetivos parten de visualizar la institución como sustentable y socialmente responsable. (Mensaje rector general; 27/04/2016, PDI 2014-2030; p:53, Mensaje rector general; 29/04/2016).

## **1.2 Objetivos**

El objetivo del proyecto es evaluar la factibilidad y requerimientos para alcanzar la certificación de neutralidad de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (*neutralidad en carbono*) generadas en los Centros Universitarios Regionales (CURs) con los que cuenta la Universidad de Guadalajara (UdeG) en diferentes regiones del Estado de Jalisco. El proyecto propone tres objetivos particulares:

- Primero, realizar una evaluación del tipo de certificación de neutralidad de carbono más apropiada para implementar por la UdeG;
- Segundo, identificar las fuentes de emisión de GEI en cinco CURs de la UdeG y elaborar los inventarios de emisiones correspondiente con la información disponible, y;
- Tercero, elaborar una propuesta de plan de trabajo para alcanzar la certificación de neutralidad en carbono.

## **2 Metodología.**

### **2.1 Evaluación de Opciones de Certificación.**

Para realizar el diagnóstico de opciones de certificación el presente proyecto de consultoría utiliza el Protocolo de Neutralidad en Carbono (NCP, 2016) para evaluar el potencial de certificación de los CURs. Este protocolo plantea una serie de metodologías y un marco de trabajo conjunto que involucra la medición y monitoreo de las emisiones directas e indirectas de GEI, así como el diseño y certificación de los proyectos de reducción de emisiones. Con la finalidad de mantener una consistencia en un rango de situaciones posibles, el protocolo provee una serie de certificaciones a corporaciones del sector público y privado, productos, servicios, actividades, etc.

En este entregable se describirán los requisitos, las necesidades de información y las implicaciones que cada tipo de certificación tiene para que se realice el proceso de gestión dentro de cada CU (i.e. planeación, medición y monitoreo, mitigación y compensación de emisiones de GEI). El siguiente cuadro muestra los CUR considerados dentro de este proyecto.

### **2.2 Inventarios de Emisiones**

La parte más importante dentro de un proceso de certificación para la neutralidad de carbono, es la elaboración del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (IGEI). Un IGEI es una herramienta donde se reporta de forma cuantitativa, la cantidad de emisiones de GEI y las fuentes de emisión correspondientes a una organización determinada (SEMARNAT, 2014).

Con base en las definiciones y decisiones adoptadas como parte de las actividades para elaborar el entregable anterior, se identificarán las fuentes de emisión clave y necesidades de información específicas para cada CU. Las fuentes de emisión incluyen las emisiones directas por fuentes fijas y fuentes móviles y las emisiones indirectas por uso de electricidad y agua, aquellas derivadas de las cadenas de suministro y distribución de materiales, las asociadas al transporte de personal, alumnos y asistentes a eventos y en su caso el traslado como parte de los viajes de negocio.

Para la elaboración del inventario de emisiones de GEI de cada uno de los CUR se preparó un cuestionario que será revisado con el personal de la oficina de Universidad Sustentable para identificar la disponibilidad de la información requerida y la persona de contacto con la que podrá obtenerse dicha información. Se contempla la realización de visitas a cada CU para la

realización de estos trabajos (i.e. introducción y recopilación de información, seguimiento y recepción de información y presentación de resultados).

Para generar la estimación de las emisiones de GEI se busca contar con información de al menos 12 meses. La tendencia histórica se analiza considerando los cambios en cada uno de los CUR (p.e. en función del número de alumnos) y la disponibilidad de información de las diferentes fuentes de emisión de GEI para un año determinado que podría utilizarse como línea de base (p.e. para los años 1990 o 2000).

El inventario de emisiones se elabora con base en las especificaciones de la norma ISO-14064-1 por medio del método de definición de datos de actividad y selección de factores de emisión. En función de la información disponible para las diferentes fuentes de emisión se proponen diferentes factores de emisión que permitan conocer la magnitud de las mismas utilizando factores generados por investigaciones a nivel local, nacional o internacional. En la selección de la información de los factores de emisión se utilizan también las directrices e información publicada por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (PICC, 2006) así como información de las comunicaciones nacionales de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

Los inventarios de emisiones de GEI incluyen la estimación de los acervos y contenido de carbono en el arbolado presente en los CUR a partir de la información de inventarios desarrollados por la UdeG.

Para generar la estimación de las emisiones de GEI se buscó contar con información de al menos los últimos 12 meses. Con base a la Numeralia Institucional, la tendencia histórica fue analizada considerando los cambios en los CUR y de acuerdo a la disponibilidad de información de las diferentes fuentes de emisión de GEI para un año determinado utilizado como línea de base el año de 2015.

El inventario de emisiones se elaboró con base en las especificaciones de la norma ISO-14064-1 por medio del método de definición de datos de actividad y selección de factores de emisión. En función de la información disponible para las diferentes fuentes de emisión, se propusieron diferentes factores que permiten conocer la magnitud de las mismas utilizando información generada por investigaciones a nivel local, nacional o internacional (p.e. IPCC). En la selección de la información de los factores de emisión se utilizaron también las directrices e información publicada por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (PICC, 2006) así como información de las comunicaciones nacionales de México ante la CMNUCC, entre otras.

### 2.2.1 Metodologías de Cálculo

Con el fin de calcular el IGEI de los CU regionales, se contabilizan las emisiones anuales de GEI emitidas a la atmósfera, considerando las fuentes directas e indirectas, bajo lineamientos generales de contabilidad que establece el PNC e ISO-14064-1. Los procesos de generación de emisiones de GEI y captura de carbono que efectivamente se incluyan en los inventarios serán aquellos que correspondan al esquema de certificación óptimo seleccionado.

Las emisiones *directas* son aquellas que se generan en los CUR a partir de la quema de ciertos combustibles y emisiones fugitivas de ciertos compuestos que son parte de las actividades, procesos y servicios que ofrece el CU. En contraste, las emisiones *indirectas* corresponden a aquellas que no se generan en el CU, pero pueden vincularse a los patrones de consumo –y de producción de los bienes y servicios comprados- y los métodos de disposición de residuos y descargas. Las emisiones indirectas se dividen en dos tipos: primero, en las emisiones de GEI generadas para *producir* los bienes y servicios utilizados por la organización; y segundo, en las emisiones de GEI generadas como parte de los procesos de generación y *disposición* de residuos sólidos y descarga de aguas residuales del CU.

El método de cuantificación de emisiones GEI que se utilizará para fines del presente proyecto está basado en el análisis del consumo de diferentes bienes y servicios, para los cuales se utilizan diferentes factores de emisión para estimar las emisiones totales. Este es el enfoque general propuesto también por el IPCC basado en el uso de *datos de actividad* y *factores de emisión*. En el alcance se incluyen emisiones directas e indirectas bajo tres diferentes alcances y el cálculo de la biomasa contenida en las especies arbóreas en el CU y el potencial de captura de carbono de los mismos, así como la reducción de emisiones por el desarrollo previo de proyectos de energía renovable en el CU.

#### 2.2.1.1 Emisiones Directas

La fórmula general de cálculo para las emisiones directas (ED), se encuentra en función de la cantidad en litros (C) del tipo de combustible (i), la densidad energética (i) y el factor de emisión correspondiente (FCi). Las ED se expresa con la siguiente relación.

Ecuación 1. Ecuación general de estimación de emisiones directas

$$ED = C(l) * (\rho_i \left(\frac{kg}{l}\right)) * D_i \left(\frac{MJ}{Kg}\right) * FC_i \left(\frac{kgCO_2}{MJ}\right)$$

Por otro lado, la categoría de emisiones directas engloba las emisiones fugitivas (EDF), principalmente de los equipos de refrigeración. La fórmula general que estima las emisiones fugitivas se encuentra en función de la capacidad (C) de los equipos de refrigeración, la cantidad (K) del gas refrigerante (Gi) y el potencial de calentamiento (GWP) del Gi.

Ecuación 2. Ecuación general de estimación de emisiones directas fugitivas

$$EDF = C(\text{ton ó hp}) * Ki(Kg) * GWP\left(\frac{kgCO_2}{kgGi}\right)$$

### 2.2.1.2 Segundo alcance

El segundo alcance tiene como objetivo la estimación de GEI por fuentes indirectas. El principal componente de las emisiones indirectas de GEI en los CUR corresponde al uso de electricidad. La electricidad es generada normalmente a distancia en alguna de las centrales de generación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La CFE utiliza diferentes tecnologías para generar la electricidad que se consume en la red nacional, muchas de las cuales utilizan combustibles fósiles.

De acuerdo con el Registro Nacional de Emisiones (RENE, 2015), el factor de emisión por consumo de electricidad en México más reciente es de 0.454 ton-CO<sub>2</sub>e por megawatt-hora consumido. Con base en la información proporcionada del cobro centralizado de electricidad para los CUR en el año de 2015 y del factor de emisión (FE) eléctrico se estiman las emisiones (ECE). Por otro lado, el PCN (2016) considera que para la estimación es necesario la inclusión de las pérdidas por distribución y transmisión (P). De acuerdo con CFE (2015) las pérdidas son equivalentes a 13.1% (P). La relación que estima las emisiones por consumo eléctrico se expresa a continuación.

Ecuación 3. Ecuación general de estimación de emisiones por consumo eléctrico

$$ECE = FE\left(\frac{kgCO_2}{MWh}\right) * CE(MW) + P(\%) * CE(MW)$$

### 2.2.1.3 Tercer alcance

El tercer y último alcance corresponde a las emisiones asociadas a las emisiones indirectas que no se mencionan en el apartado anterior. La mayoría de las actividades y producción de bienes y servicios generan GEI. Las principales emisiones indirectas dentro de los CUR son el transporte

de alumnos y personal, transporte de productos adquiridos en el CU, bienes o combustibles, viajes de negocios de empleados con fines institucionales, transportación y disposición de residuos sólidos. La metodología de cálculo en este apartado se realizó tomando en consideración las anterior mencionadas, por lo cual, fue necesario establecer una relación que estime las emisiones de GEI para cada uno, las cuales se describen a continuación.

#### 2.2.1.4 Transporte de Alumnos, personal administrativo y docentes

La estimación de GEI por concepto de transporte de alumnos y personal se propone mediante la aplicación de un cuestionario en línea en donde se describen generalidades del tipo de transporte que se utiliza hacia y desde los CUR, porcentaje de uso, tiempo de traslado, número de veces que se visita cada CU por semana y si tienen hábitos de reducción de emisiones (p.e. compartir vehículo). El cuestionario se encuentra dividido en siete apartados para la obtención de datos. La encuesta comienza con un apartado de captura de información personal, posteriormente incluye cinco diferentes categorías que corresponden a los posibles métodos de traslado en el municipio y alrededores, entre los que destacan: Vehículo propio, Taxi, Microbús, Bicileta y Caminando. La emisión de GEI se encuentra en función del tipo de transporte que utilizan los alumnos y personal, así como los hábitos en el día a día. La estimación de GEI para las diferentes categorías se describe mediante las siguientes relaciones.

#### 2.2.1.5 Vehículo Propio

La estimación de las emisiones de GEI por la utilización de vehículo propio (ET) para el traslado desde y hacia el los CUR toma en consideración la densidad y poder calorífico (P) del tipo de combustible  $i$  que utiliza, la eficiencia de consumo del vehículo en función del modelo, año y tipo (E), las personas (p) que comparten el vehículo, tiempo de traslado (t), velocidad promedio de la ZMG (v), semanas de asistencia promedio al año al CU(k), factor de emisión (F) y la fracción de uso (u) con respecto a los otros tipos de transporte. Los resultados se expresan en TonCO<sub>2</sub>e/año.

Ecuación 4. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de vehículo propio

$$ET = \frac{\rho_i \left( \frac{kg}{l} \right) * P \left( \frac{KJ}{Kg} \right) * F \left( \frac{kgCO2}{KJ} \right) * v \left( \frac{km}{h} \right) * E \left( \frac{l}{km} \right) * t(h) * k(sem) * u}{p}$$

#### 2.2.1.6 Taxi

La categoría de taxi como medio de transporte hacia/desde el CU también fue tomada en consideración y la metodología de cálculo es similar a la utilización de vehículo propio como medio de transporte. La diferencia entre la categoría anterior, radica en las personas que ocupan



el vehículo la cual será al menos dos personas (p.e. chofer y pasajero) y la eficiencia del vehículo (Edef) se encuentra predefinida. De igual manera, la relación se encuentra expresada en tiempo de traslado (t), velocidad promedio de transporte (v), semanas de asistencia promedio al año al CU(k), factor de emisión (F) y la fracción de uso (u) con respecto a los otros tipos de transporte. Los resultados se expresan en TonCO2e/año.

Ecuación 5. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de taxi

$$ET_{taxi} = \frac{\rho_i \left(\frac{kg}{l}\right) * P \left(\frac{KJ}{Kg}\right) * F \left(\frac{kgCO2}{KJ}\right) * v \left(\frac{km}{h}\right) * E_{def} \left(\frac{l}{km}\right) * t(h) * k(sem) * u}{p}$$

#### 2.2.1.7 Camión

Dentro de los principales medios de transporte se encuentra el camión. Los usuarios hacen uso del servicio de transporte público hacia y desde los CUR. La estimación de GEI por la utilización de camión como medio de transporte toma en consideración el tiempo de traslado, el número de camiones, el tipo de combustible que utilizan, eficiencia de consumo promedio de camiones, la velocidad promedio (v), semanas de asistencia promedio al CU, factor de emisión (F), asistencia promedio al año al CU (k) y porcentaje de uso (u) con respecto a los otros tipos de transporte. Los resultados se expresan en TonCO2e/año.

Ecuación 6. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de camión

$$ET = \frac{\rho_{diesel} \left(\frac{kg}{l}\right) * P_{diesel} \left(\frac{KJ}{Kg}\right) * F_{diesel} \left(\frac{kgCO2}{KJ}\right) * v \left(\frac{km}{h}\right) * E \left(\frac{l}{km}\right) * t(h) * k(sem) * u}{p}$$

#### 2.2.1.8 Bicicleta y caminando

El uso de la bicicleta y caminar juegan un papel importante en la sustentabilidad en los sistemas de transporte en las ciudades. Las emisiones por la utilización de la bicicleta y caminar son cero, sin embargo, se pueden estimar las emisiones que se hubieran generado por el uso de algún otro tipo de transporte (e.j. auto propio) para ver la importancia de mitigación del uso de transporte no motorizado y promover el desarrollo de proyectos que favorezcan este tipo de transporte. Para este escenario, se toman en consideración la metodología descrita en el apartado 2.2.1.5 para vehículo propio, tomando como referencia un vehículo 4 cilindros y velocidad promedio en bicicleta o caminando.

### 2.2.1.9 Viajes aéreos institucionales

Para la estimación de las emisiones de GEI en los CUR, es importante tomar en consideración los viajes aéreos que se realizaron en el año 2015 con fines institucionales. El enfoque general de la transportación aérea es estimar la distancia total viajada (D) por lo cual fue necesario adquirir la información del número y detalle de destinos de cada vuelo institucional. El cálculo de las emisiones además toma en consideración un factor de emisión base por pasajero-km promedio y se expresa mediante la siguiente relación:

Ecuación 7. Ecuación general de estimación de emisiones por viajes aéreos institucionales

$$C_{ViajesAvión} = D(km) * factor_{Aviación} \left( \frac{kgCO2}{pasajero - km} \right)$$

### 2.2.1.10 Transporte y disposición de residuos sólidos urbanos

La generación de residuos genera emisiones por el tipo de tratamiento que recibe y la composición de los mismos por la descomposición, resultando en la generación de metano (CH<sub>4</sub>). Los datos de actividad de esta categoría toman en consideración la cantidad generada de residuos y la composición de los mismos. La estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> para los residuos generados en los CUR se realiza mediante la herramienta “waste model” desarrollada por PICC (2006c) para el tratamiento y composición de residuos.

Ecuación 8. Ecuación general de estimación de emisiones por residuos

$$ER = Cantidad(ton) * FE \left( \frac{kgCO2}{tonelada} \right)$$

### 2.2.1.11 Consumo de papel

La relación general que se utiliza para la cuantificación de las emisiones de GEI por el consumo de papel, sin importar su tipo, se encuentra en función de la cantidad consumida en el año (C), el peso promedio (w) por tipo de presentación (rollo, paquete, etc.) y el factor de emisión (FE) característico para el tipo de papel.

Ecuación 9. Emisiones por consumo de papel.

$$ECP = C(unidades) * w(kg) * FEi \left( \frac{kgCO2e}{kg\ papel} \right)$$

### *2.2.1.12 Reducción de Emisiones y Captura de carbono*

Dentro de los inventarios de emisiones, las acciones que representan una disminución de la emisión de GEI, también son consideradas e incluidas en la estimación global. Estas acciones comúnmente se les conoce como reducciones de emisiones y, por lo general, involucra la conservación de especies arbóreas en el lugar de estudio, equipos de mitigación del cambio climático y buenas prácticas en el manejo de residuos y descargas de agua. (p.e. recuperación de metano, compostaje, etc.)

Los inventarios de emisiones de GEI incluyen la estimación de los acervos y contenido de carbono en el arbolado. Los árboles, por su proceso natural de crecimiento, favorecen la captura de CO<sub>2</sub> de la atmósfera por el proceso de fotosíntesis. Bajo lo anterior expuesto, el arbolado que se encuentra en los CUR juega un papel en la mitigación de las emisiones locales. La Universidad de Guadalajara ha realizado esfuerzos importantes para conocer cuál es la contribución del arbolado ubicado en las áreas verdes de los CUR en la dinámica local de carbono y la mitigación del cambio climático. El Ordenamiento de Arbolado UdG (GEOSINTESIS, 2016) para los CUR regionales muestra información específica del tipo de especie, diámetro de altura al pecho (DAP), altura (h), coordenadas geográficas, entre otros parámetros, de las especies arbóreas en las inmediaciones del CU. Tomando como base la información disponible en el estudio, se realiza la estimación de captura de carbono, asumiendo que los árboles cuentan con el potencial de mantener un incremento del 1% anual de la captura de carbono utilizando las ecuaciones alométricas sugeridas por el grupo consultor responsable del estudio.

### *2.2.1.13 Paneles y luminarias solares*

Por otro lado, la instalación de equipos que ayudan a mitigar los efectos del Cambio Climático que son la instalación de paneles fotovoltaicos y luminarias solares. En contraparte, si no se tuvieran esos equipos dentro del CU, normalmente serían remplazados por las fuentes de energía convencional que generan emisiones de GEI a la atmósfera, por lo tanto, es importante su inclusión dentro del inventario. La estimación del descuento de emisiones (DE) de GEI por equipos se encuentra en función de la capacidad (C) de la celda fotovoltaica, la radiación diaria promedio (R) en el lugar de estudio y la eficiencia (e) de la celda fotovoltaica. La estimación del descuento de emisiones por la instalación de equipos solares, se encuentra definida por la siguiente expresión.

Ecuación 10. Reducción de emisiones por instalación de equipos solares

$$DE = C(W) * R \left( \frac{W}{m^2} \right) * e(\%)$$

## 2.2.2 Factores de Emisión

### 2.2.2.1 Fuentes fijas de emisión

El consumo de gas se determina en función de la cantidad consumida en cocinas, cafeterías, laboratorios y sistemas de calentamiento de agua, y, de acuerdo a las propiedades térmicas del gas LP, se toma como referencia el valor sugerido por EPA (2014) 1.715 kgCO<sub>2</sub>e/l. El factor tomado como referencia incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión.

Las plantas de emergencia que se localizan en los Centros Universitarios requieren diésel para su funcionamiento. Las emisiones por la quema de diésel, se encuentran en función de la cantidad de plantas de emergencia que reportan los Centros Universitarios y, dado que no se tiene información precisa de las horas de operación, se establece un periodo de funcionamiento de 2 horas por semana al 75% para la capacidad de 75 KVA. De acuerdo con la eficiencia promedio, horas de funcionamiento, numeralia institucional y el factor de emisión que ya incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión sugerido para el diésel por EPA (2014) de 3.21 kg CO<sub>2</sub>e/l.

Por otro lado, el factor de emisión por emisiones fugitivas se obtiene a partir de información compartida por un experto en venta, instalación y servicio de equipos de aire acondicionado doméstico, industrial y automotriz. Con base en el inventario de equipos de aire acondicionado, la capacidad de los mismos expresada en toneladas (esta es una medida de la capacidad del equipo) y utilización de HCFC-22 (R-22) como refrigerante, se supone la cantidad de 1kg R-22/ton de equipo y una pérdida del 10% anual de este gas de efecto invernadero. De acuerdo con el Potencial de Calentamiento Global (PCG) para ese tipo de gas se establece un factor de emisión de 1810 kg CO<sub>2</sub>/kg R-22.

### 2.2.2.2 Fuentes móviles de emisión

El factor de emisión correspondiente a las fuentes móviles de emisión se encuentra en función de la cantidad consumida de gasolina en vehículos registrados, maquinaria utilizada para mantenimiento de áreas verdes, tractores, lagartos, etc. que se encuentren registrados como propiedad del Centro Universitario en el año de cuantificación, y de acuerdo con EPA (2014), el

valor sugerido es de 3.49 kg CO<sub>2</sub>e/l. El factor de emisión tomado como referencia incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión.

#### 2.2.2.3 *Consumo eléctrico*

Las emisiones asociadas al consumo eléctrico en el Centro Universitario se determinan en función a la información compartida por el personal de Universidad Sustentable de la cantidad consumida de kW-h en el año de 2015. El factor de emisión propuesto por SEMARNAT (2015) de 0.454 kg CO<sub>2</sub>/kW-h. Este factor no incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O que se generan durante los procesos de combustión para la producción de energía, por lo tanto, se toma como referencia los valores propuestos por EPA (2014) de 0.0002139 kg CO<sub>2</sub>e/kWh y 0.003253 kg CO<sub>2</sub>e/kWh, respectivamente para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. El factor de emisión que engloba los anteriores es 0.457 kgCO<sub>2</sub>e/kWh. Por otro lado, el proceso de certificación como carbono neutral establece como requisito cuantificar la pérdida de energía por transmisión y distribución en la red nacional, por lo tanto, se considera el valor de 13.1% de acuerdo con el Informe Anual CFE (2014).

#### 2.2.2.4 *Viajes de avión*

Las emisiones asociadas a los viajes vía aérea de carácter institucional se determinan en función de la distancia viajada a partir de los registros de vuelos comprados y la distancia entre aeropuertos de salida y de destino. Aviation and global atmosphere del IPCC (s.f) sugiere un valor por defecto de 0.256 kg CO<sub>2</sub>e/pasajero-km. La información referente a los vuelos realizados en el año de referencia en el Centro Universitario es limitada, por lo tanto, se utiliza el valor reportado por Guereca (2012) para el estudio de inventario de emisiones del Instituto de Ingeniería de UNAM de 0.748 kg CO<sub>2</sub>e/persona-año. Con la finalidad de mejorar la precisión de los resultados, se sugiere estimar el factor de emisión característico para cada Centro Universitario de acuerdo a las consideraciones antes mencionadas.

#### 2.2.2.5 *Viajes en transporte terrestre*

Para la estimación de las emisiones asociadas a viajes en transporte terrestre, se consideran los viajes de carácter institucional que se hayan realizado utilizando un servicio de autobús. De acuerdo a la información compartida por los Centros Universitarios, la eficiencia promedio de un autobús de 0.321 kg CO<sub>2</sub>e/milla fue obtenida de la herramienta de estimación de GEI en Campus Universitarios de New Hampshire University (2016) y la distancia recorrida total desde los puntos de salida y destino.

### 2.2.2.6 Viajes en vehículos rentados

Al igual que la categoría anterior para la estimación de las emisiones asociadas a viajes en transporte terrestre, se consideran los viajes de carácter institucional que se hayan realizado utilizando un servicio de autobús, sin embargo, utilizando el autobús completo para transporte de personal, alumnos, etc.

### 2.2.2.7 Consumo de papel de oficina, sanitario y seca manos

Las estimaciones de las emisiones asociadas al consumo de papel se consideran para la cuantificación de GEI en los Centros Universitarios. Las categorías presentes para uso del personal y alumnado son el papel blanco de oficina, papel sanitario y seca manos. La estimación se encuentra en función de la cantidad consumida de los anteriores en el año de cuantificación. De acuerdo con CCIZ (2016), el factor de emisión correspondiente al papel de oficina virgen y reciclado es de 3 y 1.8 Kg CO<sub>2</sub>e/kg de papel, respectivamente. Por otro lado, de acuerdo con el European Tissue Symposium ETS (2008), el factor de emisión correspondiente al papel sanitario es del orden de 1.284 kg CO<sub>2</sub>e/kg de papel.

La Tabla 1 a continuación muestra el resumen de los factores de emisión requeridos para estimar las emisiones de GEI de las diferentes categorías y fuentes solicitadas por los diferentes niveles de certificación definidos por el Protocolo de Neutralidad en Carbono.

Tabla 1. Tabla resumen de factores de emisión par a las diferentes categorías y fuentes de emisión considerados en los protocolos de certificación.

Tipo	Factor de emisión	Unidades	Fuente de información
<b>Alcance 1</b>			
Gasolina (CO <sub>2</sub> )	0.0693	(KgCO <sub>2</sub> /MJ)	IPCC (2006)
Gasolina (CH <sub>4</sub> )	0.00050	(KgCH <sub>4</sub> /l)	US GHG Inventory EPA (2014)
Gasolina (N <sub>2</sub> O)	0.0001659	(KgN <sub>2</sub> O/l)	US GHG Inventory EPA (2014)
Diésel (CO <sub>2</sub> )	2.38454	(Kg CO <sub>2</sub> /l)	IPCC (2006)
Diésel (CH <sub>4</sub> )	0.0042	(Kg CO <sub>2</sub> /l)	New Hampshire University (2016) *
Diésel (N <sub>2</sub> O)	0.01965	(Kg CO <sub>2</sub> /l)	New Hampshire University (2016)
Gas LP (CO <sub>2</sub> )	0.0631	(Kg CO <sub>2</sub> /MJ)	IPCC (2006)
Gas LP (CO <sub>2</sub> )	2.98463	(Kg CO <sub>2</sub> /kg)	US GHG Inventory EPA (2014)
Gas LP (CO <sub>2</sub> )	1.67139	(Kg CO <sub>2</sub> /l)	US GHG Inventory EPA (2014)
Gas LP (CH <sub>4</sub> )	0.00594	(kg CO <sub>2</sub> /l)	New Hampshire University (2016)
Gas LP (N <sub>2</sub> O)	0.03795	(kg CO <sub>2</sub> /l)	New Hampshire University (2016)

<b>Tipo</b>	<b>Factor de emisión</b>	<b>Unidades</b>	<b>Fuente de información</b>
<b>Alcance 2</b>			
Consumo eléctrico (CO <sub>2</sub> )	0.454	(Kg CO <sub>2</sub> e/kWh)	SEMARNAT (2015)
Consumo eléctrico (CH <sub>4</sub> )	0.000214	(Kg CO <sub>2</sub> e/kWh)	Energy Information Administration (2002)
Consumo eléctrico (N <sub>2</sub> O)	0.003253	(KgCO <sub>2</sub> e/kWh)	Energy Information Administration (2002)
<b>Alcance 3</b>			
Transporte aéreo	0.256	(Kg CO <sub>2</sub> e/pasajero-km)	Aviation and Global Atmosphere IPCC
Transporte terrestre (bus) eficiencia	2.5	(Km/l)	
Transporte terrestre (bus) eficiencia	0.0668	(kg CO <sub>2</sub> /pasajero-km)	Green House Gas Protocol (2014) EF from cross sector tools
Transporte terrestre (carro) eficiencia	13	(Km/l)	
Papel oficina virgen	3	(Kg CO <sub>2</sub> e/Kg Papel)	CCIZ (2016)
Papel oficina reciclado	1.8	(Kg CO <sub>2</sub> e/Kg Papel)	CCIZ (2016)
Papel sanitario	1.284	(Kg CO <sub>2</sub> e/Kg Papel)	European tissue symposium (2008)
Residuos Sólidos	14.2	kg CO <sub>2</sub> e/persona-año	Guereca (2012)
<b>Otros datos</b>			
Generación diaria	0.81	Kg basura/persona-día	Guereca (2012)
Paneles 250 W	1.3	kWhr/día	Expertise
Paneles 300 W	1.6	kWhr/día	Expertise
Luminarias 120 W	0.567	kWhr/día	Expertise
Equipos de enfriamiento (mini Split)	1	kgR22/ton	Expertise
Refrigeradores domésticos	0.25	kgR-12/refrigerador	Expertise
Congeladores industriales			Expertise
Cámaras de enfriamiento	2	kgR-22/ (ton o hp)	Expertise
Cámaras de congelamiento	2	kgR-502/ (ton o hp)	Expertise
<b>Potencial de Calentamiento Global</b>			
PCG CO <sub>2</sub>	1	kgCO <sub>2</sub> e/kg CO <sub>2</sub> e	IPCC (2007)
PCG CH <sub>4</sub>	28	kgCO <sub>2</sub> e/kgCH <sub>4</sub>	IPCC (2016)
PCG N <sub>2</sub> O	298	kgCO <sub>2</sub> e/kgN <sub>2</sub> O	IPCC (2007)
Emissiones fugitivas R-22	1810	kg CO <sub>2</sub> e/kg refrigerante	Green House Gas Protocol (2016)

\* New Hampshire University (2016); Carbon campus calculator.

### **2.3 Identificación de Actividades de Mitigación y Planes de Trabajo**

Las actividades de mitigación son aquellas cuyo objetivo principal se centra en la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Su cuantificación se basa en el principio de la reducción de emisiones por la implementación de cierta actividad y es comparable con las emisiones que se hubieran generado en caso de no haber realizado esa medida.

La actividad de mitigación propuesta para los Centros Universitarios, es la implementación de un proyecto de instalación de paneles solares. Con esto se logra cubrir la demanda energética utilizando una fuente de energía limpia y renovable, es decir, los Centros Universitarios dejarán de consumir energía generada a partir de la quema de fuentes fósiles. La cuantificación se realiza en función a la cantidad de paneles instalados que permitan mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en un periodo de 15 años. Los pasos generales para la implementación del proyecto involucran desde el potencial de generación para la zona geográfica del Centro Universitario, dimensionamiento del área requerida de instalación, análisis energético de demanda contratada, estudios de factibilidad económica, estudio de factibilidad técnica, instalación de equipos adicionales relacionados al consumo eléctrico y trámites administrativos para realizar la interconexión con CFE.

Por otro lado, el manejo adecuado de residuos en los Centros Universitarios puede resultar en una actividad de mitigación sustancial. Mediante la recuperación de materiales y la disposición y tratamiento adecuado de los mismos, se pueden reducir las emisiones, puesto que los materiales entrarían de nuevo en la cadena productiva y no irían a un sitio de disposición final donde por lo general, de acuerdo al tipo de tratamiento, se realiza una descomposición anaeróbica que genera metano, por ejemplo. Para realizar la cuantificación de esta actividad de mitigación, es indispensable contar con información particular del tipo de residuo, cantidad de generación, composición, destino y tratamiento final. Los pasos generales para la implementación de proyectos de manejo integral de residuos involucran la estandarización y registro de la cantidad de residuos generada, composición en mezcla, información de las actividades que realiza la empresa recolectora de residuos y las características generales del tipo de tratamiento final.



### 3 Resultados

#### 3.1 Evaluación de Opciones de Certificación.

El Protocolo de Neutralidad de Carbono (NCP, 2016), plantea una serie de metodologías y un marco de trabajo conjunto que involucra las mejores prácticas en la medición y monitoreo sistemático de las emisiones directas e indirectas de GEI, así como el diseño y certificación de los proyectos de reducción de emisiones. Con la finalidad de mantener una consistencia en un rango de situaciones posibles, el protocolo provee una serie de certificaciones a corporaciones del sector público y privado, productos, servicios, actividades, etc. Los resultados deberán ser reportados en CO<sub>2</sub>e y las emisiones asociadas por CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O deberán ser incluidas en las diferentes categorías.

En conjunto con personal de la UdeG se han acotado los alcances para el análisis de las emisiones de GEI en los CURs. La Tabla 2 a continuación muestra las diferentes opciones de certificación descritas en el Protocolo de Neutralidad de Carbono que pueden aplicar a las actividades desarrolladas en los CURs se describen los diferentes alcances y fuentes de emisión que son requeridas o no para cada una de las opciones de certificación.

Tabla 2. Opciones de certificación del Protocolo de Neutralidad de Carbono consideradas para los CURs.

Alcance	Fuente		Organización	Operaciones	Edificio	Espacios de Oficina
1	Emisiones directas de fuentes estacionarias que son propiedad de/son arrendadas por la organización que generan emisiones directas o fugitivas.		R	R	R	R
	Emisiones directas de fuentes móviles que son propiedad de/arrendadas por la organización		R	R		
2	Emisiones por la generación de la electricidad utilizada por la organización		R	R	R	R
3	Adquisición de bienes y servicios	Agua	O	O	O	O
	Actividades relacionadas con emisiones del alcance 1 y 2	Emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles (indirectas)	O	O	O	O
		Emisiones por distribución y transmisión de electricidad	R	R	R	R
		Todas las demás emisiones asociadas				

Alcance	Fuente		Organización	Operaciones	Edificio	Espacios de Oficina
		a la producción de electricidad y combustibles				
	Transporte y distribución de materiales y materias primas utilizados	Paquetería y Mensajería	O	O	O	O
		Transporte y almacén de materiales y materias primas	R	R		
		Transporte y almacén de productos elaborados por la organización	R	R		
		Otras emisiones de transporte y distribución				
	Residuos	Aguas residuales	O	O	O	O
		Otros residuos	R	R	R	R
	Viajes de Negocio	Emisiones transporte por aire, transporte público vehículos rentados y taxi	R	R		
		Emisiones por servicios de hospedaje asociados a viajes de negocio	O	O		
		Transporte de empleados y estudiantes	O	O		

R: Requerido; O: Opcional.

Las opciones consideradas son la certificación a nivel Organización, Operaciones, Edificio y Espacios de Oficinas. El Protocolo incluye otros alcances como son para Hoteles o Empresas Manufactureras, además de aquellas específicas para la elaboración de productos o desarrollo de actividades o servicios que quedan fuera de las actividades de los CURs (p.e. producción de empaques, publicaciones o electricidad; o actividades como mensajería, viajes, exhibiciones o eventos).

Como se aprecia en la Tabla 2 el tipo de fuentes de emisiones se divide por alcances. El Alcance 1 incluye las emisiones que son emitidas directamente dentro de la organización por fuentes que son propiedad o están bajo el control directo de la organización. Aquí se incluyen las fuentes fijas y fuentes móviles de emisiones. Dentro del Alcance 2 se incluyen las emisiones directas asociadas a la generación de la electricidad utilizada en la organización. Como Alcance 3 se incluyen las emisiones implícitas asociadas a diferentes procesos de consumo y actividades realizadas en la organización, se incluyen: las emisiones asociadas a la potabilización y bombeo del agua; otras emisiones indirectas asociadas a la generación de electricidad y combustibles utilizados en la organización; emisiones asociadas a las pérdidas por distribución y transmisión de electricidad; las emisiones de los servicios de paquetería; las emisiones por el

almacenamiento y transporte de materiales e insumos necesarios para la realización de las actividades; emisiones por el almacenamiento y transporte de productos generados por la organización; emisiones asociadas a la generación de aguas residuales y residuos sólidos; aquellas asociadas al transporte y hospedaje por viajes de negocio; y finalmente las del transporte de trabajadores y en este caso de estudiantes que acuden a los CURs.

Para cada uno de los tipos de certificación el protocolo propone diferentes alcances y define aquellos que son requeridos, aquellos que son opcionales y aquellos que no son relevantes. Es importante recalcar que la existencia y operación de los CURs, así como la infraestructura que los rodea indican las diferentes fuentes de emisiones y alcances que son relevantes por lo que sería pertinente poder iniciar un proceso de certificación a nivel Organización, al considerar las estructuras ya existentes en los diferentes CURs para documentar los procesos que generan emisiones de GEI algunos CURs podrán aspirar a niveles de certificación más ambiciosos. Es notable el impacto que los CURs tienen en términos de movilidad al requerir el transporte diario de miles de personas desde diferentes puntos de origen de la ciudad, e incluso del estado; este impacto también incluye las emisiones de los vehículos de las flotillas propias de la Universidad. El impacto no se limita solamente al movimiento de personas, sino también incluye el movimiento de materiales que son utilizados en los CURs entre los que se incluyen, alimentos, papel, agua, libros, etc. También es posible identificar emisiones asociadas a Viajes de Negocio y otras actividades asociadas con la operación de los CURs como son asistencia a congresos, conferencias, competencias deportivas, servicio social, intercambios y prácticas profesionales.

### **3.1.1 Recomendación de la Modalidad de Certificación para los CURs.**

En vista de lo descrito en la sección anterior, todas las fuentes y procesos de emisión descritas para la obtención de la certificación de carbono neutralidad de nivel *Edificio y Organización* son relevantes para conocer el impacto ambiental de los CURs regionales. Mientras más detallada sea la información de las actividades que se realizan en los CURs se tendrá una estimación más completa del impacto que estos tienen en las emisiones de GEI y en su contribución al cambio climático.

Sin embargo, también es necesario reconocer que el aumentar cada vez más los niveles de detalle también vuelve más complejos los sistemas de gestión y procesamiento de información. Es por este motivo que se recomienda sentar bases diferenciadas para los CURs regionales considerados en este estudio en función a la información otorgada por cada uno, al mismo tiempo que se les ofrezca un camino y la metodología para que los CURs que estén en mejor

posición, puedan aumentar el nivel de detalle de sus estimaciones. Lo anterior también toma en consideración que en los CURs no existen actualmente sistemas integrados de gestión ambiental o de gestión de información ambiental, o se encuentran en una fase no avanzada.

La implementación de un proceso de certificación como el que describe en este documento debe realizarse de forma gradual en una organización como la Universidad de Guadalajara o los CURs. Por este motivo se recomienda iniciar con la consideración de un enfoque de certificación a nivel *Organización* para CUVALLES y CUNORTE, mientras se recomienda una certificación a nivel *Edificio* para CUSUR, CUALTOS y CUCOSTA, para al cual se le podrán ir agregando gradualmente diferentes categorías de emisiones para generar un estimado más completo de las emisiones de GEI. La certificación de neutralidad de carbono a nivel de *Organización* requiere de la estimación de emisiones directas por fuentes fijas, móviles, uso de electricidad (incluyendo pérdidas por distribución y transmisión de electricidad), manejo de residuos, potabilización y bombeo de agua, mientras que el nivel de *Edificio* requiere la estimación de emisiones directas por fuentes estacionarias, las emisiones asociadas al uso de electricidad (incluyendo las pérdidas por distribución y transmisión de electricidad), y las emisiones asociadas al manejo de residuos sólidos (otros residuos); de forma opcional se podrán incluir las emisiones asociadas a la potabilización y bombeo de agua.

### **3.1.2 Planes Futuros.**

La Metodología descrita en la sección 2.2 muestra el enfoque general para la estimación de todas las fuentes de emisiones de GEI en los CURs considerando los diferentes alcances descritos en la Tabla 2. La metodología puede ser tomada como referencia por el personal de los CURs que deseen avanzar en la implementación de los procesos de registro y rastreo de las actividades generadores de GEI y como parte de las estrategias de ahorro de recursos y acción ante el cambio climático.

### **3.2 Inventario de Emisiones.**

Con base en las definiciones y decisiones adoptadas como parte de las actividades para elaborar este trabajo, se identificaron las fuentes de emisión clave y necesidades de información específicas para los CURs correspondientes al tipo de certificación a nivel Organización y Edificio.

Para la elaboración del inventario de emisiones de GEI de los CURs, se coordinó en conjunto con el departamento de Universidad Sustentable el acceso a la información requerida y la persona de contacto para las visitas a los diferentes CURs.

### 3.3 CUVALLLES

De acuerdo con UdG(2016), el CUVALLLES, tiene como principal antecesor a su creación el Programa de Descentralización (1990-1995), en el cual se contemplaba conformar una red universitaria de Jalisco que fuera integrada por Centros Temáticos en la Zona Metropolitana de Guadalajara y Centros Regionales. Finalmente, para fortalecer las capacidades académicas del estado y contribuir al desarrollo económico de los municipios de Ahualulco de Mercado, Ameca, Amatitán, Cocula, El Arenal, Etzatlán, Hostotipaquillo, Magdalena, San Juanito de Escobedo, San Marcos, San Martín de Hidalgo, Tala, Tequila y Teuchitlán y de la Sierra Occidental: Atenguillo, Guachinango, Mascota, Mixtlán y Talpa de Allende, en septiembre del año 2000 se da apertura al CUVALLLES.

“Apoyado fuertemente en las tecnologías de la información para desarrollar un esquema combinado de asistencia y trabajo presencial y virtual de educación” (UdG, 2016) y de acuerdo con la oficina de Servicios Generales. El número de alumnos registrados para el 2015 de acuerdo al Informe de Matrícula SEP (2015) es de 4,805.

Figura 1. Ubicación geográfica de CUVALLLES, tomado de Google-Maps, 2016.



Figura 2. Instalaciones generales de CUVALLES



### 3.4 CUALTOS

De acuerdo con UdG(2016), el CUVALLES, tiene como principal antecesor a su creación el Programa de Descentralización (1990-1995), en el cual se contemplaba conformar una red universitaria de Jalisco que fuera integrada por Centros Temáticos en la Zona Metropolitana de Guadalajara y Centros Regionales. Fundado en 1995, tiene como misión atender la demanda de servicios educativos mediante estudios en Formaciones Sociales y Ciencias Biomédicas e Ingenierías en los siguientes municipios del Estado de Jalisco: Acatic, Arandas, Cañadas de Obregón, Jalostotitlán, Jesús María, Mexxicacán, San Julián, San Miguel el Alto, San Ignacio Cerro Gordo, Tepatitlán de Morelos, Valle de Guadalupe, Yahualica de González Gallo, Zapotlanejo. El número de alumnos registrados para el 2015 de acuerdo al Informe de Matrícula SEP (2015) es de 3,966.

Figura 3. Ubicación geográfica de CUSUR, tomado de Google-Maps, 2016.

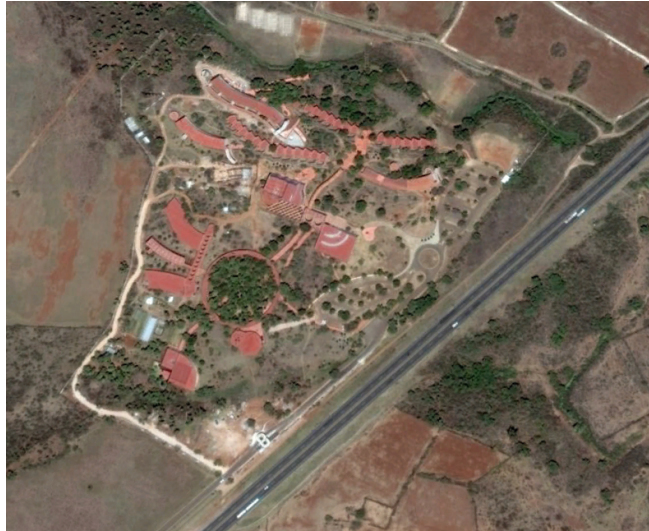


Figura 4. Instalaciones generales de CUSUR



### 3.5 CUSUR

De acuerdo con UdG(2016), el CUSUR, tiene como principal antecesor a su creación el Programa de Descentralización (1990-1995), en el cual se contemplaba conformar una red universitaria de Jalisco que fuera integrada por Centros Temáticos en la Zona Metropolitana de Guadalajara y Centros Regionales. Fundado en 1994 por dictamen del H. Consejo General Universitario, teniendo dos sedes: Ciudad Guzmán y Autlán. Posteriormente, en el mismo año fue aprobado el dictamen que modificó la estructura original, situación que derivó en la creación de dos Centro Universitarios independientes, el de la Costa Sur cuya sede es Autlán y del Sur con sede en Ciudad Guzmán. Con el principal objetivo de impulsar la competitividad de los municipios que reflejan variedad escénica y la conservación de las tradiciones de la Región Sur del estado de Jalisco el CU fortalece su desarrollo impulsado fuertemente en las últimas décadas

a través de la variedad de programas y oferta académica que ofrece. El número de alumnos registrados para el 2015 de acuerdo al Informe de Matrícula SEP (2015) es de 7,139.

Figura 5. Ubicación geográfica de CUSUR, tomado de Google-Maps, 2016.



Figura 6. Instalaciones generales de CUSUR



### 3.6 CUCOSTA

De acuerdo con UdG (2016), tiene como principal antecesor a su creación el Programa de Descentralización (1990-1995), en el cual se contemplaba conformar una red universitaria de Jalisco que fuera integrada por Centros Temáticos en la Zona Metropolitana de Guadalajara y Centros Regionales. CUNORTE tiene su origen en mayo de 1994, cuando la Universidad de Guadalajara crea la Red Universitaria en un intento por generar espacios educativos en el estado de Jalisco y establecido entonces como un modelo de educación superior para impulsar el desarrollo social y cultural de la región de Puerto Vallarta, atendiendo además la demanda de



los municipios de Talpa de Allende, Cabo Corrientes, Mascota, Tomatlán, San Sebastián del Oeste, y la parte Sur del Estado de Nayarit. El número de alumnos registrados para el 2015 de acuerdo al Informe de Matrícula SEP (2015) es de 5,216.

Figura 7. Ubicación geográfica de CUCOSTA, tomado de Google-Maps, 2016.



Figura 8. Instalaciones generales de CUCOSTA



### 3.7 CUNORTE

De acuerdo con UdG (2016), tiene como principal antecesor a su creación el Programa de Descentralización (1990-1995), en el cual se contemplaba conformar una red universitaria de Jalisco que fuera integrada por Centros Temáticos en la Zona Metropolitana de Guadalajara y Centros Regionales. CUNORTE tiene su origen en el año del 2000 convocó a un grupo representativo de universitarios entre funcionarios y académicos prestigiosos, a conformar el Comité de Planeación para la creación de los Centros Universitarios del Norte y Valles. El

CUNORTE se conforma con el objetivo principal de fortalecer las capacidades profesionales y competitividad de la región norte del estado de Jalisco. El número de alumnos registrados para el 2015 de acuerdo al Informe de Matrícula SEP (2015) es de 2,447.

Figura 9. Ubicación geográfica de CUNORTE, tomado de Google-Maps, 2016.



Figura 10. Instalaciones generales de CUNORTE



### *3.7.1.1 Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para los Centros Universitarios Regionales*

De acuerdo a las categorías requeridas para obtener la certificación como carbono neutral a nivel Organización y Edificio los factores de emisiones necesarios para estimar las emisiones en los CURs, son los siguientes.

Para el alcance sugerido de Edificio se requieren las estimaciones de la categoría de Fuentes Fijas, Consumo eléctrico y Residuos, las cuales se describen a continuación.

#### *3.7.1.2 Fuentes Fijas*

El consumo de gas se determina en función de la cantidad consumida en cocinas, cafeterías, laboratorios y sistemas de calentamiento de agua, y, de acuerdo a las propiedades térmicas del gas LP, se toma como referencia el valor sugerido por EPA (2014) 1.715 kgCO<sub>2</sub>/l. El factor tomado como referencia incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión. Posteriormente y con base en los consumos reportados. Por otro lado, el factor de emisión por emisiones fugitivas se obtiene a partir de información compartida por un experto en venta, instalación y servicio de equipos de aire acondicionado doméstico, industrial y automotriz. Con base en el inventario de equipos de aire acondicionado, la capacidad de los mismos expresada en toneladas (esta es una medida de la capacidad del equipo) y utilización de HCFC-22 (R-22) como refrigerante, se supone la cantidad de 1kg R-22/ton de equipo y una pérdida del 10% anual de este gas de efecto invernadero. De acuerdo con el Potencial de Calentamiento Global (PCG) de 18 para ese tipo de gas se establece un factor de emisión de 1810 kgCO<sub>2</sub>e/kg R-22.

#### *3.7.1.3 Consumo eléctrico*

Las emisiones asociadas al consumo eléctrico en el en los CURs se determinan en función a la información compartida por el personal de Universidad Sustentable de la cantidad consumida de kW-h en el año de 2015. El factor de emisión propuesto por SEMARNAT (2015) de 0.454 kg kgCO<sub>2</sub>/kW-h. Este factor no incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O que se generan durante los procesos de combustión para la producción de energía, por lo tanto, se toma como referencia los valores propuestos por EPA (2014) de 0.0002139 kgCO<sub>2</sub>e/kWh y 0.003253 kgCO<sub>2</sub>e/kWh, respectivamente para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. El factor de emisión que engloba los anteriores es 0.457 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh. Por otro lado, el proceso de certificación como carbono neutral establece como requisito cuantificar la pérdida de energía por transmisión y distribución en la red nacional, por lo tanto, se considera el valor de 13.1% de acuerdo con el Informe Anual CFE (2014).

#### *3.7.1.4 Residuos*

La estimación del factor de emisión característico para los residuos, se realiza a partir de la información propia de cada CUR en función de la tasa de generación, composición y tipo de tratamiento, sin embargo, la información requerida es limitada por lo que se utiliza el factor de emisión propuesto por Guereca (2012) en su estudio de inventario de GEI del Instituto de

Ingeniería UNAM (II-UNAM) de 20.5 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Para mejorar la precisión del valor utilizado, se recomienda utilizar las metodologías propuestas por el IPCC (2006), la cual requiere información específica de la composición, cantidad, tipo de tratamiento final, recuperación de materiales, fracciones seca y húmeda de los materiales, entre otros para estimar el factor que sea adecuado a cada Centro Universitario.

Para el alcance a nivel de organización, deberán ser incluidas las anteriores y las siguientes categorías de fuentes de emisión de GEI.

#### *3.7.1.5 Viajes en avión*

Las emisiones asociadas a los viajes vía aérea de carácter institucional se determinan en función de la distancia viajada a partir de los registros de vuelos comprados y la distancia entre aeropuertos de salida y de destino. Aviation and Global Atmosphere del IPCC (s.f) sugiere un valor por defecto de 0.256 kg CO<sub>2</sub>e/pasajero-km. La información referente a los vuelos realizados en el año de referencia en el Centro Universitario es limitada, por lo tanto, se utiliza el valor reportado por Guereca (2012) para el estudio de inventario de emisiones del Instituto de Ingeniería de UNAM de 0.748 kg CO<sub>2</sub>e/persona-año. Con la finalidad de mejorar la precisión de los resultados, se sugiere estimar el factor de emisión característico para cada Centro Universitario de acuerdo a las consideraciones antes mencionadas.

#### *3.7.1.6 Viajes en transporte terrestre*

Para la estimación de las emisiones asociadas a viajes en transporte terrestre, se consideran los viajes de carácter institucional que se hayan realizado utilizando un servicio de autobús. De acuerdo a la información compartida por los Centros Universitarios, la eficiencia promedio de un autobús de 0.321 kg CO<sub>2</sub>e/milla fue obtenida de la herramienta de estimación de GEI en Campus Universitarios de New Hampshire University (2016) y la distancia recorrida total desde los puntos de salida y destino

#### *3.7.1.7 Viajes en vehículos rentados*

Al igual que la categoría anterior para la estimación de las emisiones asociadas a viajes en transporte terrestre, se consideran los viajes de carácter institucional que se hayan realizado utilizando un servicio de autobús, sin embargo, esta vez, utilizando el autobús completo para transporte de personal, alumnos, etc.

### *3.7.1.8 Consumo de papel de oficina, sanitario y seca manos*

Las estimaciones de las emisiones asociadas al consumo de papel se consideran para la cuantificación de GEI en los Centros Universitarios. Las categorías presentes para uso del personal y alumnado son el papel blanco de oficina, papel sanitario y seca manos. La estimación se encuentra en función de la cantidad consumida de los anteriores en el año de cuantificación. De acuerdo con CCIZ (2016), el factor de emisión correspondiente al papel de oficina virgen y reciclado es de 3 y 1.8 Kg CO<sub>2</sub>e/kg de papel, respectivamente. Por otro lado, de acuerdo con el European Tissue Symposium ETS (2008), el factor de emisión correspondiente al papel sanitario es del orden de 1.284 kg CO<sub>2</sub>e/kg de papel.

### *3.7.1.9 Consumo de agua*

El consumo de agua en el CURs puede tener asociada la generación de emisiones de GEI por diferentes procesos principalmente el consumo de electricidad por las actividades potabilización y bombeo o por la quema de combustibles fósiles para el transporte del líquido en pipas u otros vehículos. Con base en las estadísticas de consumo eléctrico para ésta actividad y considerando el volumen de agua servido a los usuarios se obtiene el factor uso de electricidad para bombeo de agua correspondiente a 0.7082 kW-hr por metro cúbico de agua (CONUEE, 2011).

### *3.7.1.10 Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado*

La tabla a continuación muestra el resumen de emisiones de GEI de los CUR para el año 2015, correspondientes a los requerimientos de información para obtener una certificación como carbono neutral a nivel Organización y Edificio. Los resultados indican que al año se generan 4,810 tonCO<sub>2</sub>e tomando en consideración los alcances sugeridos para cada CUR.

Tabla 3. Emisiones de GEI de los CURs para la certificación como neutral en carbono.

Alcance	Fuente	CU Altos	CU Costa	CU Norte	CU Sur	CU Valles	
1	Emisiones directas de fuentes estacionarias que son propiedad de/o son arrendadas por la organización que generan emisiones directas o fugitivas.	19.17	151.25	85.70	59.48	157.90	
	Emisiones directas de fuentes móviles que son propiedad de/arrendadas por la organización	98.0	16.3	145.3	296.1	24.1	
2	Emisiones por la generación de la electricidad utilizada por la organización	273.0	1,101.2	365.6	720.9	543.5	
3	Adquisición de bienes y servicios	Agua	11.6	15.3	7.2	21.0	14.1
		Papel	42.07	30.72	17.87	42.05	21.19
	Actividades relacionadas con emisiones del alcance 1 y 2	Emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles (indirectas)					
		Emisiones por distribución y transmisión de electricidad	41.1	166.0	55.1	108.7	81.9
		Todas las demás emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles					
	Transporte y distribución de materiales y materias primas utilizados	Paquetería y Mensajería					
		Transporte y almacén de materiales y materias primas					
		Transporte y almacén de productos elaborados por la organización					
		Otras emisiones de transporte y distribución					
	Residuos	Agua residuales					
		Otros residuos	81.3	106.9	50.2	146.3	98.5
	Viajes de Negocio	Emisiones transporte por aire, transporte público vehículos rentados y taxi	324.93	427.35	41.99	584.90	171.72
		Emisiones por servicios de hospedaje asociados a viajes de negocio					
	Transporte de empleados y estudiantes						
	Total de emisiones registradas en los Centros Universitarios	<b>882</b>	<b>2,001</b>	<b>729</b>	<b>1,954</b>	<b>1,105</b>	
	Total de emisiones considerando el tipo de certificación que puede alcanzar	<b>417</b>	<b>1,527</b>	<b>729</b>	<b>1,031</b>	<b>1,105</b>	
	Nivel de certificación que puede alcanzar*	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>O</b>	<b>E</b>	<b>O</b>	

\*E: Eficio; O: Organización

Figura 11. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUNORTE

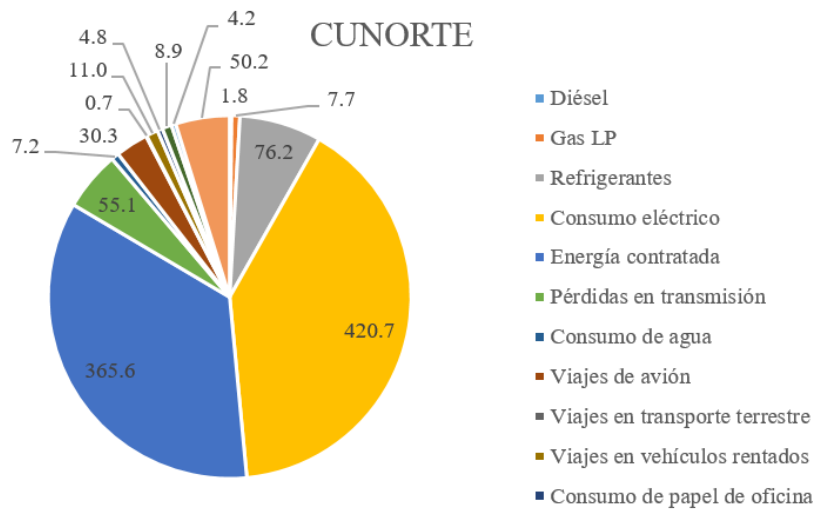


Figura 12. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUVALLLES

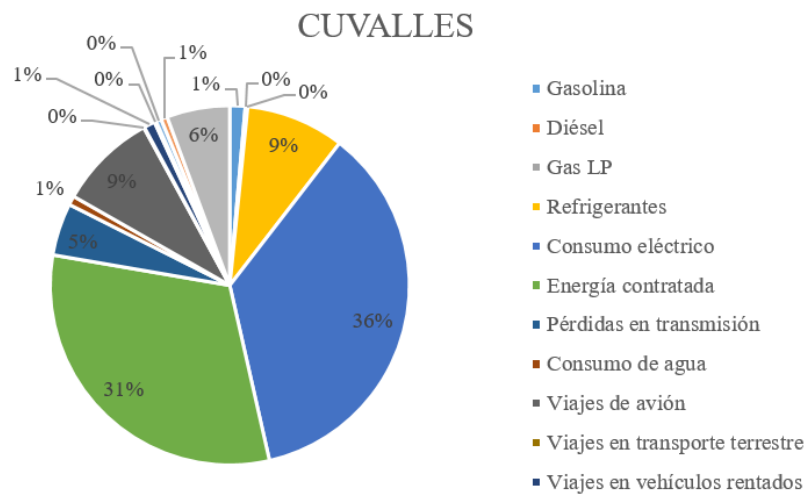


Figura 13. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUSUR

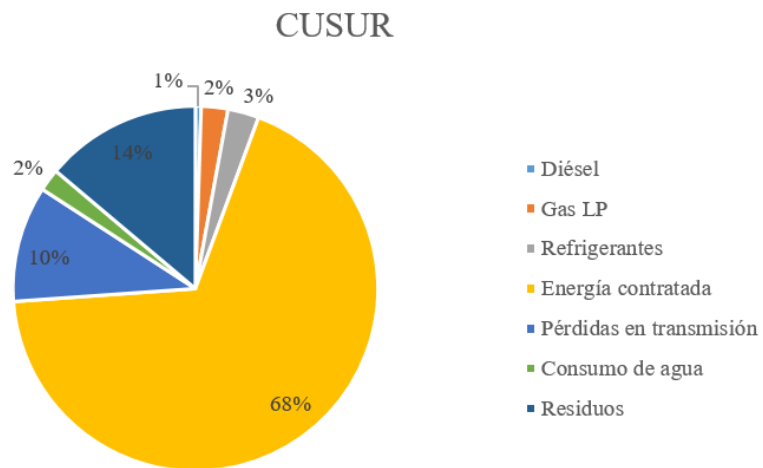


Figura 14. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUALTOS

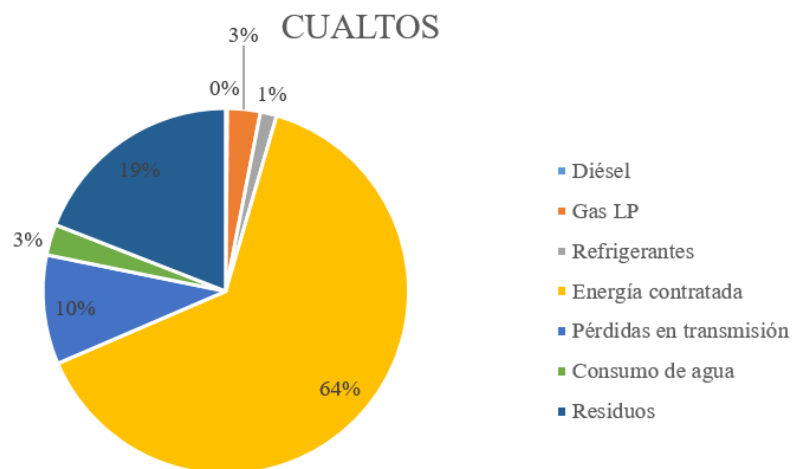
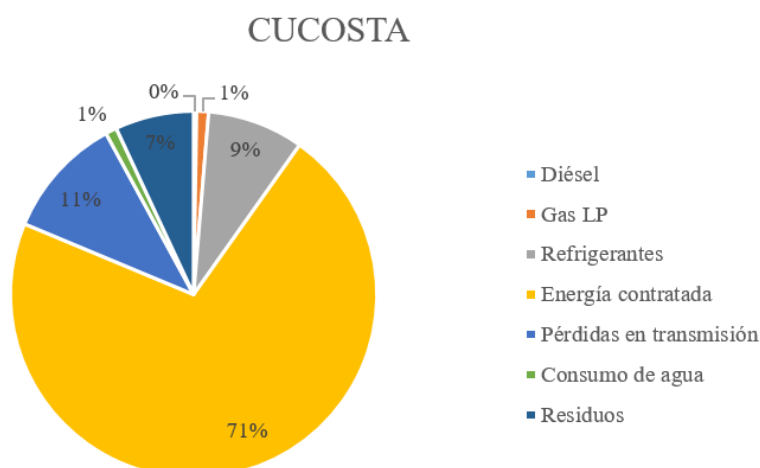




Figura 15. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCOSTA



### 3.7.1.11 Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado

La conservación de las especies arbóreas en los Centros Universitarios favorece la captura de CO<sub>2</sub>e, esta captura puede jugar un papel importante en el descuento de emisiones que se generan en otros procesos internos (p.e. fuentes fijas, consumo eléctrico, etc.). Tomando como base la información disponible en el estudio, se realiza la estimación de captura de carbono por el incremento del 1% anual de incremento en la biomasa hasta el año de 2030. El promedio anual de captura de carbono en los CURs se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 4. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en los CURs

Parámetro	CUALTOS	CUCOSTA	CUNORTE	CUSUR	CUVALLES
Número de árboles	1419	2165	2686	433	1766
Número de especies	41	59	24	76	51
DAP min. (cm)	5	5	2.4	5	5
DAP max. (cm)	103	143.5	89	114.5	77.9
Carbono almacenado actual en CU (Ton CO <sub>2</sub> e)	119.80	176.04	519.04	320.42	96.12
Carbono almacenado, proyección 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	137.77	202.45	596.89	368.48	110.54
Promedio anual de Captura en CU (Ton CO <sub>2</sub> e/año)	9.18	13.50	39.79	24.57	7.37

### 3.7.1.12 Emisiones Netas y Proyección Futura de Emisiones.

De acuerdo con el PIT (2014), uno de los principales objetivos es el crecimiento de la comunidad universitaria para garantizar el desarrollo de capacidades que atiendan a las necesidades del estado de Jalisco. El incremento en la comunidad universitaria es directamente

proporcional al incremento de la utilización de bienes y servicios y, por ende, un incremento en la huella de carbono. Con fines de mitigación de los efectos del cambio climático y en búsqueda de un esquema de certificación, las proyecciones futuras de crecimiento son de suma importancia en el planteamiento de objetivos. De acuerdo con los registros de las numeralias institucionales desde el año 2009 para todos los CURs, se realizaron modelos lineales que describan la tendencia de incremento de la población particular para el año de 2030. Posteriormente, aplicando un factor conservador de incremento del 75% con respecto a la proyección estudiantil de los Centros Universitarios, se obtiene el número de alumnos que serán parte del sistema universitario. Los resultados se describen a continuación.

Con base en lo anterior expuesto, para CURs, la proyección indica que la numeralia institucional incrementará en promedio 67%, por lo tanto, las emisiones proyectadas para los próximos 15 años y tomando en consideración la tasa de captura del arbolado que se encuentra en CURs, se resumen en la tabla presentada a continuación.

Tabla 5. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CURs

CU	Numeralia institucional año 2009	Numeralia institucional año 2015	Proyección para el año 2030 (alumnos adicionales)	Porcentaje de incremento	Emisiones esperadas 2030	Tasa de captura	Emisiones netas 2030
CUALTOS	2,832	3,776	4,781	79%	528	9.2	519
CUCOSTA	4,643	5,720	6,840	84%	1,826	13.5	1,813
CUNORTE	1,363	3,527	6,340	56%	1,311	39.8	1,271
CUSUR	4,724	6,525	11,322	58%	1,790	24.6	1,766
CUVALLES	2,902	4,281	7,020	61%	1,813	7.4	1,806

### 3.7.2 Resumen de emisiones para los Centros Universitarios Regionales

En las figuras siguientes, es posible observar las emisiones totales y distribución porcentual para la categoría de certificación a nivel ediciones en todos los Centros Universitarios Regionales. Se observa que la categoría de consumo eléctrico es la más preponderante en la cuantificación, seguido de emisiones directas, residuos y pérdidas de electricidad en distribución y transmisión en último lugar.

Figura 16. Emisiones totales de los CURs en el año de 2015  
Resultados para CURs

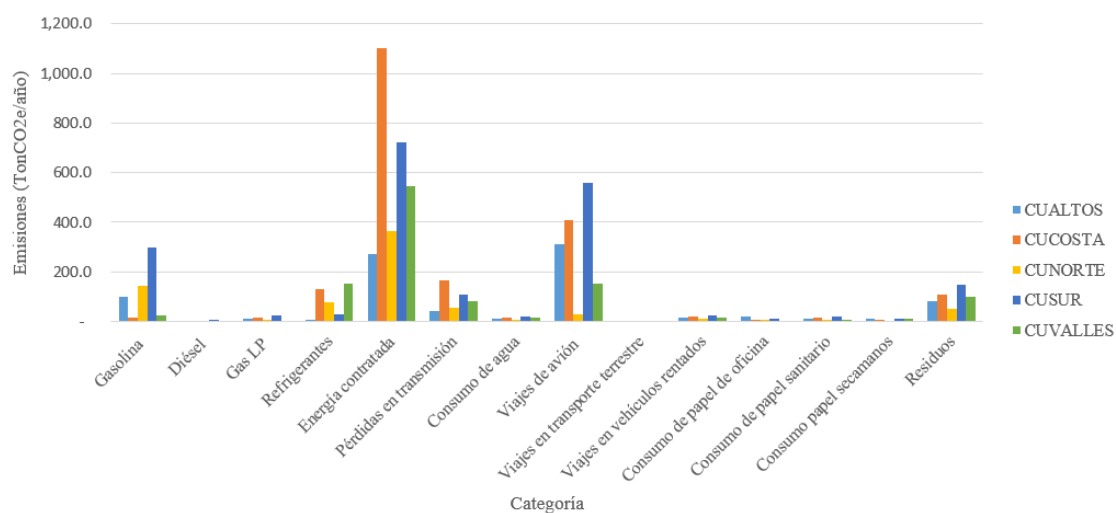
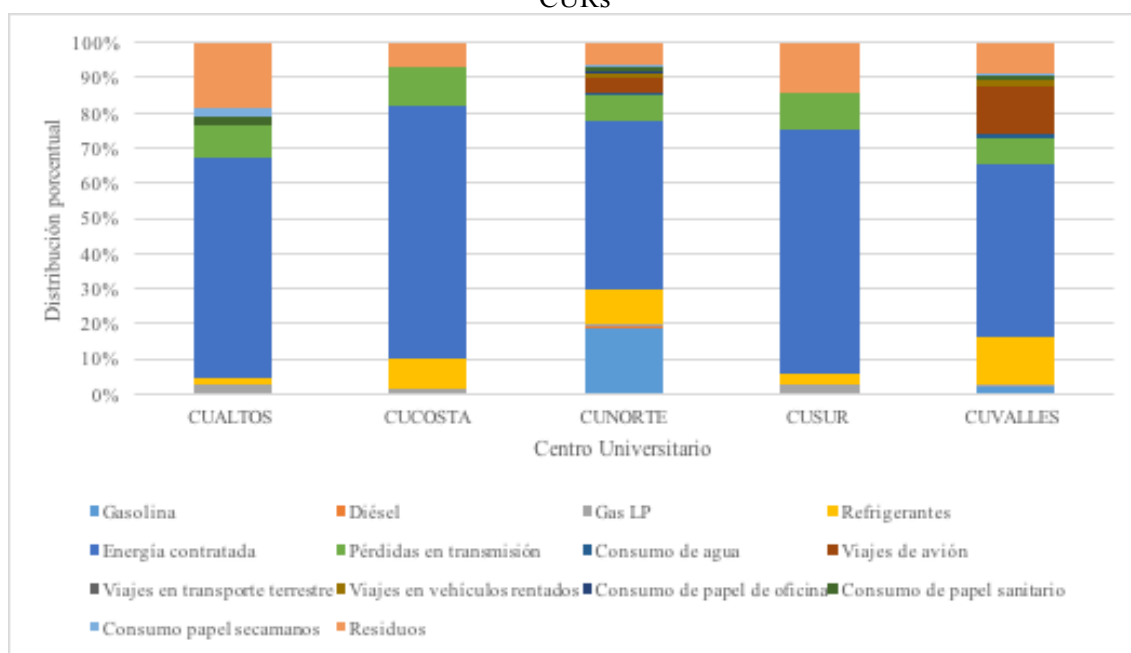


Figura 17. Distribución porcentual de las emisiones de GEI por las categorías incluidas en los CURs



### 3.8 Plan de Trabajo.

#### 3.8.1 Definición de Objetivo de Mitigación.

Los esfuerzos de mitigación del cambio climático, es decir el objetivo propuesto de reducción de emisiones a plantear en los diferentes CUR de la UdeG es consistente con los principales instrumentos de política climática internacional, nacional y regional. El requisito del estándar de certificación como carbono neutral indica que la organización debe asumir un objetivo oficial

interno de reducción de emisiones, ya sea que se exprese en toneladas de GEI o como porcentaje, que reduzca las emisiones de GEI brutas totales reales en el periodo de análisis.

La Ley General de Cambio Climático publicada en 2012 indica que México asumía un objetivo voluntario de mitigación para reducir sus emisiones de GEI en un 30% para el año 2020 y un 50% para el año 2050 condicionado a la recepción de financiamiento de fuentes internacionales como parte de un acuerdo internacional (LGCC, 2012). Después de casi ocho años de negociación desde la reunión celebrada en Bali en 2007 en la versión número trece de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco para el Cambio Climático (COP 13), los acuerdos de mitigación para el largo plazo fueron acordados como parte de los planes de Acción del Acuerdo de París (COP 21) (UNFCCC, 2016). El Acuerdo de París asume como objetivo limitar el calentamiento del planeta a no más de 2°C y la realización de actividades para lograr mantenerlo debajo de los 1.5 °C. México ha actualizado su objetivo de reducción de emisiones al comunicar a la CMNUCC su Contribución Nacional Determinada (Intendend Nationally Determined Contribution, INDC por sus siglas en inglés) la cual actualiza el objetivo plasmado en la LGCC (SEMARNAT, 2015). En su INDC México establece como meta incondicional la reducción de un 25% de las emisiones de GEI para el año 2030 en relación al escenario de referencia (del año 2013); lo anterior implica una reducción de la intensidad de emisiones en un 40% por unidad del PIB. Sin embargo, de lograrse un acuerdo internacional con esquemas claros de financiamiento para la mitigación y adaptación a las consecuencias del cambio climático, México aumentaría su meta de reducción de emisiones al año 2030 de 25% al 40%; en relación a la intensidad energética, la reducción sería de un 70% para la misma fecha. El objetivo para el año 2050 se mantiene en un 50% tal como se establece en la LGCC.

La Ley para la Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco indica como parte de sus objetivos de mitigación que se debe eliminar la pérdida de carbono y lograr que el estado sea neutro en carbono por medio de la reducción de emisiones y aumento de absorciones de carbono (LEACC, 2015). Considerando este marco normativo se propone que la reducción de emisiones de GEI en los CURs sea de un 40% en relación al escenario de referencia siempre y cuando, primero se promueva una reducción de las emisiones brutas en relación al año base (2015), y segundo se mantenga dentro de los niveles comprometidos en la legislación aplicable.

### **3.8.2 Identificación de Medidas de Mitigación en los CURs**

Para poder lograr la certificación como carbono neutral, es necesario que se establezca un plan de trabajo para reducir las emisiones de GEI de acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes aspectos evaluados en los CURs. La identificación de las medidas de mitigación

surge en primer lugar a partir del conocimiento de los procesos que generan las emisiones. La escala a la cual se realizarán estas actividades será a aquella que se elija como parte de la política interna de los CURs; como ya se describió, en este documento se propone los valores de reducción de emisiones para los CURs, los cuales se presentan a continuación.

### 3.8.2.1 *Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para los CURs.*

Con base en la información presentada en las secciones anteriores y generada como parte de este trabajo las figuras presentadas a continuación muestra de una forma gráfica la información general del plan de mitigación y neutralización de emisiones de GEI en el CUR para alcanzar el nivel de certificación como carbono neutral a nivel Organización (CUVALLES, CUNORTE) Edificios (CUSUR, CUCOSTA, CUALTOS). La gráfica muestra en la línea azul la tendencia esperada de aumento de emisiones de acuerdo al crecimiento de la matrícula en el CU. La línea roja muestra de manera consistente con los requisitos establecidos por el Protocolo de Neutralidad de Carbono y la legislación aplicable, la tendencia de reducción de emisiones asumiendo una reducción porcentual de las emisiones en relación al escenario de referencia. De acuerdo al plan de mitigación propuesto esta reducción de emisiones en el periodo de los próximos 15 años es de 3,960 tonCO<sub>2</sub>e. Finalmente el polígono delimitado por las líneas de color verde punteado definen el volumen total de emisiones de GEI que no serían reducidas dentro del CU y que por lo tanto deberían neutralizarse a través de la compra de bonos de carbono.

Figura 18. Objetivos de reducción de emisiones CUNORTE

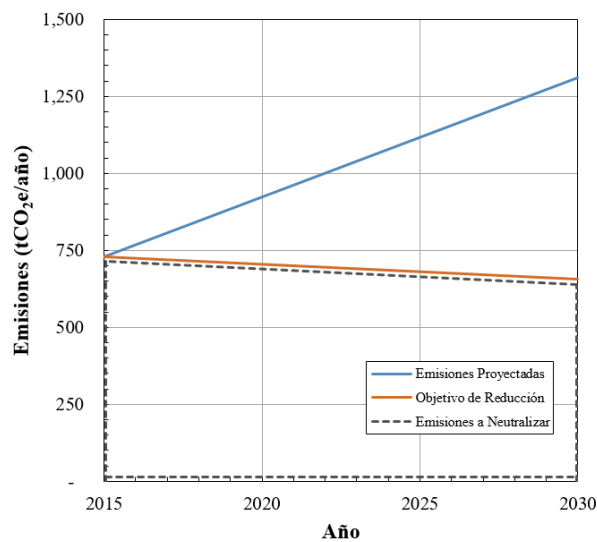


Figura 19. Objetivos de reducción de emisiones CUVALLLES

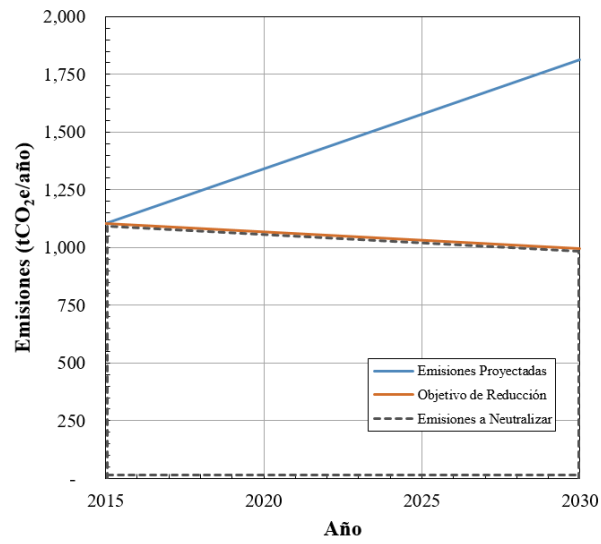


Figura 20. Objetivos de reducción de emisiones CUSUR

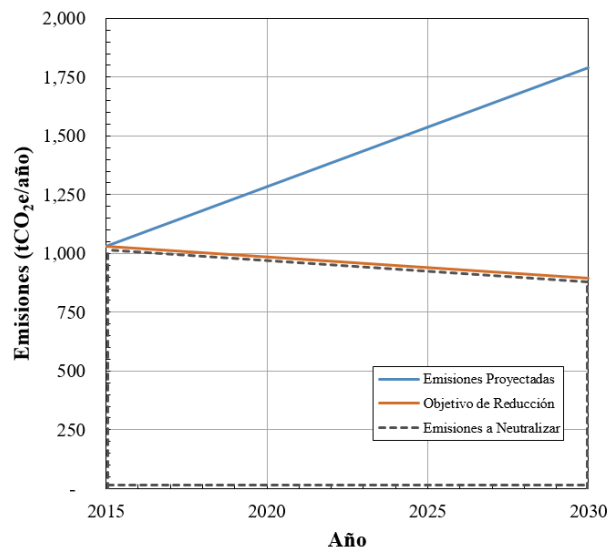


Figura 21. Objetivos de reducción de emisiones CUALTOS

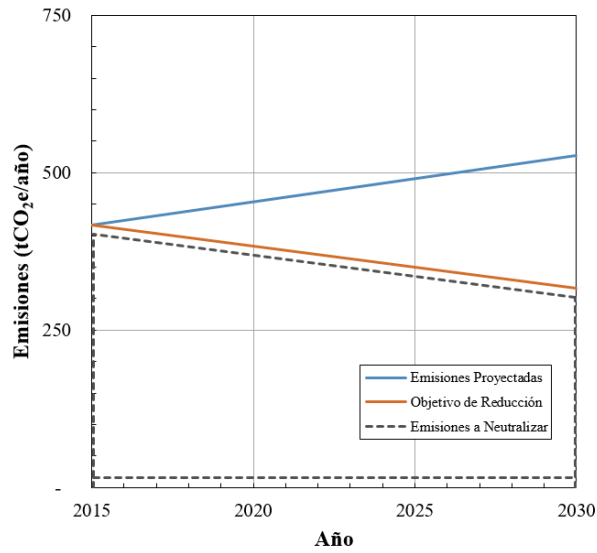
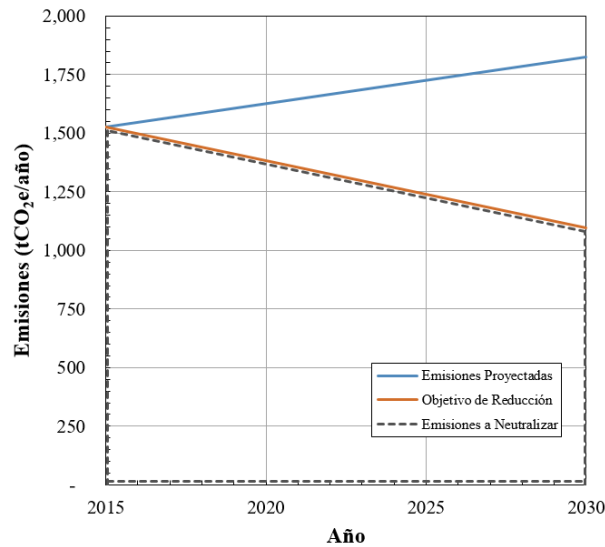


Figura 22. Objetivos de reducción de emisiones CUCOSTA



### 3.8.2.2 Fuentes Fijas de Emisión

La generación total de emisiones por estas categorías, de acuerdo a la información compartida por los CURs, representa 7.10% de las emisiones total de los CURs. Las principales fuentes fijas de emisión que se encuentran en los CURs por un lado están ligadas a los consumos de Gas LP, en cafeterías, talleres y equipos de calentamiento de agua. Por otro lado, un segundo grupo de fuentes fijas corresponde a las emisiones fugitivas de gases refrigerantes en los sistemas de aire acondicionado en los CURs.

Dentro de las principales actividades de mitigación sugeridas para reducir las emisiones de GEI provenientes de fuentes fijas, destacan la sustitución de las estufas en cafeterías, talleres y laboratorios por sistemas de cocinas eléctricas y que sean alimentados por energía renovable. Asimismo, los sistemas de calentamiento de agua pueden ser sustituidos por calentadores solares, lo cual asegura que se realice una reducción del gasto en combustibles y emisión de contaminantes a la atmósfera al sustituir la quema de combustibles fósiles por energía limpia. Por otro lado, la principal causa de las emisiones fugitivas en los equipos de aire acondicionado es el desgaste de las piezas, por lo tanto, el adecuado mantenimiento asegura el funcionamiento de los sistemas y la recuperación adecuada de gases reducirían de manera considerable esta categoría.

### *3.8.2.3 Residuos*

Tomando como referencia la selección de esquemas de certificación Organización y Edificio para los CUR, la generación de emisiones por esta categoría representa 7.24% de las emisiones de los CUR. La generación y el manejo de residuos es otra de las categorías que puede dar apertura al desarrollo de proyectos que mitiguen la generación de emisiones de GEI. La adecuada disposición y recuperación de materiales es la actividad planteada, sin embargo, la información disponible que permita analizar el potencial de aprovechamiento de los residuos en los CUR no se encuentra disponible. En una primera etapa se sugiere fortalecer los programas de separación ya existentes y así poder generar información del tipo de composición de residuos, cantidad, destino final, cultura institucional, entre otros que permitirán determinar el potencial de aprovechamiento y reducción de emisiones de GEI.

### *3.8.2.4 Energía Eléctrica*

La generación de emisiones por esta categoría, tomando como referencia la información compartida por el Departamento de Universidad Sustentable, representa 51.81% de las emisiones de los CUR (incluyendo las asociadas a la pérdida por transmisión y distribución). El consumo directo de energía eléctrica es la categoría con mayor peso en la cuantificación de GEI en el CUR, por lo tanto, establecer estrategias de mitigación adecuadas es un punto clave en la reducción de emisiones de GEI. El principio de mitigación de GEI en esta categoría se puede centrar en primera instancia en el desarrollo de actividades tendientes a aumentar la eficiencia energética de los equipos y sistemas de iluminación. En un segundo momento las medidas de mitigación en este sector se pueden enfocar en la instalación de paneles solares que logren sustituir el sistema convencional de producción de energía por CFE y dar apertura a la inclusión de energía limpia y renovable para satisfacer las actividades y procesos dentro de los CUR.



Para objeto de este proyecto, resulta importante mencionar que la información disponible del consumo eléctrico es la más precisa y cuantificable a largo plazo, por lo tanto, la estrategia de mitigación total se cuantifica con base en la instalación de paneles solares tomando en consideración los consumos eléctricos registrados para el año 2015. La metodología de cálculo de la propuesta de mitigación considera la instalación de paneles solares fotovoltaicos de 250 W (i.e. de marca Renesola) con una tasa de generación por panel de 1.3 kW-hr y una reducción de la eficiencia de 0.6% por equipo por año. La instalación propuesta para cumplir con el objetivo de mitigación planteado en conjunto para los CURs consta de 7,652 paneles, que, a lo largo de 15 años a partir de su instalación, habrán logrado reducir un acumulado de 24,810 tonCO<sub>2</sub>e; cabe mencionar que el tiempo de vida útil de los equipos sería de al menos diez años más. Asimismo, dentro de los beneficios adicionales se deberá estimar la reducción en el cobro del consumo eléctrico que en el año 2015 en total para los CUR fue de \$10.4 millones de pesos. La inversión estimada para este número de paneles es del orden de los \$83.9 millones de pesos. Es necesario realizar un estudio específico del impacto que tendrá la generación de la energía renovable en la facturación por energía (además de la demanda contratada), para determinar el periodo de recuperación.

#### *3.8.2.5 Fuentes móviles de Emisión*

La generación de emisiones, de acuerdo a la información compartida por los CURs por esta categoría, es de 8.69% de las emisiones totales de GEI en los CUR. Las emisiones por fuentes móviles de emisión se asocian directamente al consumo de gasolina que es comúnmente utilizado en los equipos de jardinería y vehículos utilitarios de los CUR. El principio de mitigación para las fuentes móviles de manera inmediata es la reducción del uso de vehículos que utilicen combustibles fósiles para su funcionamiento y promover estrategias de trabajo a distancia utilizando medios digitales para la realización de juntas, por ejemplo. Asimismo, la sustitución de vehículos utilitarios convencionales por vehículos que utilicen energía eléctrica para su funcionamiento y sean alimentados por energía renovable. Para los equipos de jardinería y otros que se encuentran en los CURs, se sugiere realizar mantenimiento preventivo, para asegurar su adecuado funcionamiento, así como capacitación del personal para el adecuado uso de los equipos.

#### *3.8.2.6 Emisiones por transporte aéreo, terrestre, taxi y vehículos rentados*

La generación de emisiones, de acuerdo a la información compartida por los CURs por esta categoría, es de 23.24% de las emisiones totales de GEI en los CURs. Las emisiones por

transporte aéreo se asocian directamente al consumo de combustibles fósiles para el transporte de personal y alumnos con asuntos institucionales dentro del país y en el extranjero. El principio de mitigación de emisiones por transporte aéreo y terrestre de manera inmediata es mediante el fomento de trabajo institucional a distancia, mediante la utilización de medios digitales para reuniones, fomentar el uso de transporte público, por ejemplo.

#### *3.8.2.7 Papel de oficina, sanitario y seca manos*

La generación de emisiones, de acuerdo a la información compartida por los CURs, para la categoría de consumo de bienes, en este caso el consumo de papel de oficina, sanitario y secamanos, es de 2.31% de las emisiones totales de GEI en los CURs. A pesar de que esta categoría no es preponderante en la cuantificación de GEI, se pueden promover principios de mitigación mediante la reducción en la utilización de los mismos. El papel de oficina puede ser sustituido por el almacenamiento de información y trámites digitales, mientras que la utilización de papel sanitario y secamanos puede ser mediante campañas internas de concientización en los CURs que fomenten la reducción de uso de los mismos.

#### *3.8.2.8 Bombeo y Potabilización de agua*

La generación de emisiones por bombeo y potabilización de agua, de acuerdo con la información compartida por los CURs, es de apenas 1.04%. Igual que la categoría anterior, a pesar de que esta categoría no es preponderante en la cuantificación global, medidas de mitigación pueden ser implementadas en los CURs. La sustitución de equipos tradicionales en las instalaciones por dispositivos eficientes en términos de consumo de agua y medidas de concientización de la población universitaria.

### **3.8.3 Identificación de Opciones de Neutralización.**

La neutralización de las emisiones de GEI que no sea posible reducir como parte de la implementación del plan de mitigación deberán cubrirse por medio de la compra de los llamados “bonos de carbono” de los mercados de carbono. Los bonos de carbono es el nombre común que reciben los diferentes certificados de reducción de emisiones o certificados de captura de carbono generados como parte del registro y desarrollo de proyectos de mitigación en los mercados de carbono de cumplimiento o los mercados voluntarios.

Los mercados internacionales de cumplimiento tienen su origen en los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto el cual estableció un sistema de intercambio de derechos de

emisión con tope de emisiones entre los países desarrollados listados en el Anexo B (*cap-and-trade*, corresponde al término en inglés). Al asumir el compromiso de reducción de emisiones los países desarrollados recibieron cada uno, una cantidad determinada de unidades permitidas de emisión de GEI las cuales fueron repartidas entre los diferentes entes regulados de sus países. Estos permisos son escasos lo que estimula a los entes regulados a reducir sus emisiones; la intención es que aquellos que puedan ser más eficientes en su reducción de emisiones, es decir que lo pueden lograr a menor costo, tendrán incentivos para vender sus permisos “excedentes” a otros entes que tengan mayores costos de abatimiento. De esta forma se busca reducir las emisiones de GEI al menor costo. Los mecanismos de flexibilidad permiten además generar derechos de emisión extra, a partir de la certificación de emisiones reducidas o aumento de los acervos de carbono, de proyectos ejecutados en países distintos a los listados en el Anexo I (países en desarrollo), como parte del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

A partir de este modelo de mercado de carbono, se han creado diferentes mecanismos como parte de la implementación de políticas climáticas en diferentes países. Además, se han creado otros estándares de cuantificación y certificación de reducción de emisiones y captura de carbono distintos a los del MDL con el objetivo de reducir ciertos costos de transacción e incluir actividades que no habían sido consideradas como parte de los mercados de cumplimiento, de esta forma se han originado también mercados voluntarios de carbono.

Sin embargo, debido a las dificultades para lograr un acuerdo internacional de mitigación en 2009 en la COP 15, y de aumentar el nivel de los objetivos de reducción de emisiones para el segundo periodo de cumplimiento del Protocolo de Kioto, la demanda y precios de los bonos de carbono del mercado MDL se han reducido sustancialmente. En México en el año 2014, la miscelánea fiscal incluyó la creación de un impuesto a las emisiones de GEI por el uso y quema de combustibles fósiles equivalente a un nivel de \$3 USD por tCO<sub>2</sub>e. Con el objetivo de fomentar la demanda de los bonos de carbono de proyectos MDL se permitió la demostración del pago de dicho impuesto a través de la compra de certificados de reducción de emisiones de proyectos MDL desarrollados en México.

Por otra parte, los mercados de carbono se han mantenido y se espera que como parte de la implementación del Acuerdo de París resurja el rol de los mercados de carbono de cumplimiento –y eventualmente los voluntarios- en la implementación de medidas de mitigación. En el año 2015 los mercados voluntarios comercializaron el equivalente a 84 millones de tonCO<sub>2</sub>e con un valor de \$278 millones de dólares (Hamrick y Goldstein, 2016). Lo anterior indica que el precio promedio de los bonos de carbono se ubica alrededor de \$3.3 dólares por tonelada, sin embargo, el precio es variable y depende de la negociación entre los

compradores y proveedores y del tipo de proyecto. Los costos de implementación (además de los de transacción y de oportunidad) de los diferentes tipos de proyecto son muy distintos entre sí, en el año pasado por ejemplo los proyectos que tuvieron mayores precios de referencia fueron proyectos como aquellos orientados a la destrucción de sustancias que afectan la capa de ozono (hasta \$11.4 dólares por tonelada) o proyectos agroforestales (\$9.9 dólares por tonelada). La Secretaría Ejecutiva de las Naciones Unidas estima que, para aprovechar el potencial de mitigación de las acciones basadas en el sector forestal, el nivel de los precios de carbono debería situarse a niveles de \$25 dólares por tonelada (UN, 2011). En México se han desarrollado desde hace más de veinte años proyectos de captura de carbono, por ejemplo, el proyecto Scolel'te que comercializa certificados en los mercados voluntarios a precios alrededor de \$10 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>e.

Un aspecto importante al considerar la compra de bonos de carbono de un proyecto específico es la valoración de los co-beneficios que puede generar esta intervención además de la reducción de emisiones. Usualmente las medidas de mitigación de menor costo se desarrollan en áreas de países con menores niveles de desarrollo –lejanos de los compradores de los bonos-. Esto puede motivar a que las empresas o países en zonas más desarrolladas a comprar los certificados de dichos proyectos (para reducir su gasto). Sin embargo, además de reducir emisiones estos proyectos generan co-beneficios que son percibidos a nivel local y en el presente por la población de las zonas inmediatas donde se desarrollan estas actividades. Por este motivo existe una tendencia a implementar o apoyar iniciativas locales de mitigación – desde el punto de vista de la empresa o regulación que desea reducir sus emisiones- con el objetivo de maximizar los beneficios en su entorno.

Tomando en cuenta la diversidad de opciones para la compra de bonos de carbono de diferentes proyectos y a diferentes costos, al considerar los requisitos para la compra de certificados de captura de carbono para neutralizar las emisiones no reducidas en los CUR se utilizan tres precios de referencia. Se utiliza un nivel mínimo de \$3 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>e el cual corresponde tanto al impuesto de carbono nacional como el precio promedio en los mercados nacionales; se considera un nivel máximo de \$20 dólares el cual responde a las necesidades de financiamiento para aumentar el rol del sector forestal en los esfuerzos de mitigación (finalmente es a través de la captura de carbono en sumideros que se removerá el exceso de CO<sub>2</sub> de la atmósfera); se toma además un valor promedio de \$10 dólares por tonelada, correspondiente a los niveles observados en el mercado voluntario de carbono nacional.

Resumen de Objetivos de Neutralización en los CURs considerados (2015-2030)

<b>CURs</b>	<b>Emisiones 2015 (tonCO2e/año)</b>	<b>Emisiones Esperadas 2030 (tonCO2e/año)</b>	<b>Captura de Carbono Esperada en CU (tonCO2e/año)</b>	<b>Meta de Emisiones en 2030 (con Reducción) (Total) (tonCO2e)</b>	<b>Meta de Reducción de Emisiones (promedio anual) (tonCO2e/año)</b>	<b>Requerimiento de Compra de Certificados de Carbono (Total) (tonCO2e)</b>	<b>Requerimiento de Compra de Certificados de Carbono (Promedio Anual)(tonCO2e/año)</b>
CUALTOS	417	528	9	317	106	5,366	358
CUCOSTA	1,527	1,826	13	1,096	365	19,470	1,298
CUNORTE	729	1,311	40	655	328	9,786	652
CUSUR	1,032	1,790	25	895	448	14,084	939
CUVALLES	1,106	1,813	7	997	408	15,661	1,044

Tabla 6. Resumen de Objetivos de Mitigación y Neutralización en los CURs considerados (2015-2030) (en millones de pesos)

<b>CU</b>	<b>Inversión Estimada en Reducción de Emisiones \$ Millones de Pesos (Total)</b>	<b>Inversión Estimada en Reducción de Emisiones \$ Millones de Pesos (Anual)</b>	<b>Requerimiento de Compra de Certificados de Carbono (Total) (\$Millones de Pesos)</b>	<b>Requerimiento de Compra de Certificados de Carbono (Promedio Anual)(\$Millones de Pesos/año)</b>
CUALTOS	5.35	0.36	1.15 (0.346 – 2.3)	0.077 (0.023-0.154)
CUCOSTA	18.5	1.24	4.13 (1.2-8.2)	0.275 (0.082-0.55)
CUNORTE	16.6	1.11	2.1 (0.65- 4.3)	0.145 (0.043-0.290)
CUSUR	22.7	1.51	3.0 (0.91 – 6.07)	0.202 (0.06-0.404)
CUVALLES	20.7	1.38	3.3 (0.993,590- 6.6)	0.220 (0.066-0.44)

## 4 Conclusiones

La información ambiental es una herramienta valiosa para crear conciencia y definir estrategias de acción ante los problemas ambientales y los impactos que se generan a partir de la dinámica operativa de las organizaciones. En este trabajo se ha descrito una propuesta metodológica de selección de un esquema de certificación carbono neutral para seis los Centros Universitarios Regionales de la Universidad de Guadalajara ubicados en el estado de Jalisco, la estimación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero de acuerdo con los requisitos del esquema de certificación y la propuesta del plan de mitigación con base a las tendencias de crecimiento de emisiones y necesidades de reducción de emisiones y neutralización al año de 2030. Estas metas de reducción de emisiones son consistentes con la legislación vigente en materia de mitigación del cambio climático

El trabajo hace una descripción metodológica de los cálculos que los responsables de los diferentes CURs podrían hacer para generar una estimación detallada de las emisiones de GEI a un gran nivel de detalle para los diferentes procesos de generación de emisiones. Estos alcances incluyen emisiones directas e indirectas. Con el objetivo de sentar una base común para realizar un primer ejercicio de la estimación de las emisiones de GEI y los requisitos de la participación en un programa de neutralidad en carbono se eligió el esquema de certificación a nivel Organización para CUNORTE y CUVALLES, la cual requiere la estimación de emisiones de GEI por fuentes fijas, móviles, consumo de energía eléctrica, adquisición de productos, potabilización y bombeo de agua y transporte aéreo y terrestre de asuntos institucionales. Para CUSUR, CUALTOS y CUCOSTA, se propone un esquema de certificación de tipo Edificio, la cual requiere la estimación de emisiones de GEI por fuentes fijas, manejo de residuos y uso de energía eléctrica. La metodología aquí descrita puede ampliarse de forma incremental para incluir más procesos de generación de emisiones y niveles de certificación más ambiciosos.

Los resultados indican que en el año 2015 las emisiones totales de acuerdo a la información compartida por los CURs es de 6,673 tonCO<sub>2</sub>e, y, tomando en consideración los alcances de Organización y Edificio seleccionados para los cinco CURs fueron del orden de 4,810 tonCO<sub>2</sub>e. Considerando un escenario inercial de crecimiento basado en el número probable de alumnos en los próximos quince años se estima que de no realizarse medidas de mitigación las emisiones podrían aumentar hasta 7,268 2tonCO<sub>2</sub>e por año esto representa un crecimiento del 33.8%. El arbolado presente en los CURs cuenta con un almacén actual de 1,231 tonCO<sub>2</sub>e y considerando una capacidad de crecimiento del 1% anual implicaría el potencial para remover 94.4 tonCO<sub>2</sub>e/año, lo que equivaldría a 1,416 tonCO<sub>2</sub>e en el transcurso de los próximos 15 años lo que equivale al 1.6% de las emisiones esperadas.

Una de las primeras actividades del proceso de certificación de neutralidad en carbono una vez que se han estimado las emisiones de GEI es el establecimiento de una meta de reducción de emisiones. Al adoptar un objetivo de mitigación diferenciado para CURs del 40% (CUALTOS y CUCOSTA), 45% (CUVALLES) y 50% (CUNORTE y CUSUR) en relación al escenario de referencia se cumple el objetivo de reducir las emisiones brutas en relación al año inicial; esto representa el establecimiento de una meta de reducción de 24,811 tonCO<sub>2</sub>e en los siguientes quince años. Derivado de lo anterior entonces los requerimientos de compra de certificados de reducción de emisiones o de bonos de carbono para alcanzar la neutralidad de carbono sería de 64,367 tonCO<sub>2</sub>e (4,291 tonCO<sub>2</sub>e anualmente). Con el objetivo de generar un estimado confiable de la reducción de emisiones se plantea que la estrategia principal de mitigación sea la instalación de paneles solares fotovoltaicos para cubrir parte de la necesidad energética de los CURs al tiempo que se reduzcan las emisiones. El plan propuesto de mitigación requiere la instalación de 7,652 paneles solares de 250 W, lo cual implicaría una inversión estimada de \$83.9 millones de pesos. Considerando el tiempo de vida útil de los equipos de 25 años representa un costo equivalente anual de \$5.4 millones de pesos lo cual representa el 52% del costo actual por concepto de energía eléctrica. Aunque es necesario realizar un análisis financiero para cada CUR, esta medida de mitigación puede ser financieramente viable, es decir que a largo plazo resulte en ahorros netos en términos monetarios además promover la reducción de emisiones. El presupuesto requerido para la neutralización de emisiones de los cinco centros sería de \$920,000 pesos por año (\$276,289 a \$1.8 millones), lo que en el análisis a quince años representaría \$13.8 millones (\$4.1 a \$27.6 millones) dependiendo del costo de referencia de los certificados de reducción de emisiones o captura de carbono que se utilice. Es necesario mencionar también que se deberán cubrir costos administrativos y de transacción asociados al registro y certificación de los inventarios y acciones de mitigación y neutralización ante la oficina del Protocolo de Neutralidad en Carbono.

Es un gran reto generar la información necesaria para realizar la cuantificación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Por una parte, el consumo de productos y servicios se encuentra en las bases de datos de los departamentos de adquisiciones, almacén, servicios generales, transparencia, etc. La información relacionada a los procesos internos difícilmente se encuentra documentada, por lo cual representa una dificultad generar los datos de actividad para cada Centro Universitario. Una primera tarea como parte de un sistema formal de certificación es el establecimiento y formalización de un sistema de gestión de información ambiental, y en un sentido más amplio, de un sistema de gestión ambiental.

La información generada como parte de este trabajo permite conocer la contribución al Cambio Climático por la demanda de productos y servicios que los Centros Universitarios requieren para cumplir con sus necesidades, procesos y servicios, así como la escala de los esfuerzos que deben realizarse para reducir su impacto en términos físicos y económicos.

La propuesta metodológica aquí descrita incluye todas las categorías y algoritmos matemáticos que las entidades de certificación y organismos estandarizados internacionales recomiendan para la elaboración de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. El trabajo fue desarrollado pensando en que es un primer acercamiento para conocer la contribución de los Centros Universitarios al Cambio Climático. Como parte de un proceso de implementación y mejora continua, este estudio será una referencia para la implementación de proyectos de eficiencia energética, consumo responsable y fomento a las capacidades locales, estatales y nacionales en materia de acción ante al Cambio Climático. Es necesario reconocer que la selección de un esquema de certificación, la presentación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero y la definición de objetivos de mitigación acordes a los objetivos institucionales tienen el potencial de promover las transformaciones necesarias que permitan la implementación exitosa de las políticas Universitarias en materia de sustentabilidad y acción ante el Cambio Climático.



## **5 Agradecimientos**

Este trabajo fue desarrollado para el Programa Universidad Sustentable de la Universidad de Guadalajara. Los autores agradecen al Rector General Mtro. Itzcóatl Tonatiuh Bravo, los Rectores de los Centros Universitarios Dra. Irma Leticia Leal Moya (CUALTOS), Dr. Marco Antonio Cortés Guardado (CUCOSTA), Dr. Ricardo Xicoténcatl García Cauzor (CUSUR), M. Gerardo Alberto Mejía (CUNORTE), Dr. José Luis Santana Medina (CUVALLES), a la Dra. Carla Aceves del Programa Universidad Sustentable por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto, la Lic. Silvia León y Lic. Karina Salazar del Programa Universidad Sustentable, los Coordinadores de Servicios Generales, Arq. Luis Alberto Razo García (CUCOSTA), M. Abel Rentería Castillo (CUSUR), M. Luis Alberto Martínez Eufracio (CUNORTE), al Coordinador Campus Sustentable, M. Francisco Guerrero Contreras (CUVALLES), Dra. Rosa María Chávez Dagostino (CUCOSTA), al Jefe de Mantenimiento, Lic. Alfonso de Jesús Rodríguez Franco (CUALTOS), por sus atenciones y cordial apoyo para gestionar las visitas a los CURs y acceso a la información requerida para la realización satisfactoria de este proyecto.

## 6 Referencias

1. Brundtland, G.H. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Disponible en Línea en: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
2. CCIZ (2016). Calculadora de emisiones. Camara de Comercio e Industrial de Zaragoza. Disponible en: [www.camarazaragoza.com/wp-content/.../10/calculoemisiones.xls](http://www.camarazaragoza.com/wp-content/.../10/calculoemisiones.xls)
3. CONUEE (2011) Estudio Integral de Sistemas de Bombeo de Agua Municipal. Disponible en: <http://www.conuee.gob.mx/pdfs/bombeoagua.pdf>
4. EIA (2002). Enegy Information Administration. Disponible en: <http://www.eia.gov/>
5. EPA (2014). United States Greenhouse Gas Inventories. Environmental Protection Agency.
6. Disponible en: <https://www3.epa.gov/climatechange/Downloads/ghgemissions/US-GHG-Inventory-2014-Main-Text.pdf>
7. ETS (2008). European Tissue Simposium.The European Tissue Association. Disponible en: <http://europeantissue.com/>
8. GHP (2014). Emission Factorr from cross sector tools. Greenhouse Gas Protocol. Disponible en: [www.ghgprotocol.org/.../Emission-Factors-from-Cross-Sector-Tools-\(April%202014\)](http://www.ghgprotocol.org/.../Emission-Factors-from-Cross-Sector-Tools-(April%202014))
9. Guereca, L. (2012). Carbon Footprint as a basis for a cleaner Research Center in
10. Houghton, J. T., Jenkins, G. J. and Ephraums, J. J. (eds.). 1990. Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. Report prepared for the Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group I. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
11. IPCC (2006c). Introducción a las directrices de 2006. Disponible en: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1\\_Volume1/V1\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf)
12. IPCC (2015). Emission Factor Detail (ID: 621669). Disponible en: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/ef\\_detail.php](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/ef_detail.php)
13. IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (Eds). Published: IGES, Japan
14. IPCC. (2006c). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Waste model. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Disponible en: [www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/IPCC\\_Waste\\_Model.xls](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/IPCC_Waste_Model.xls)
15. LEACC (2015). Ley Estatal para la Accion del Cambio Climático. H. Congreso del Estado de Jalisco. Disponible en:
16. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Jalisco/wo105788.pdf>

17. LGCC (2012), Ley General de Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología.  
Disponible en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/2012\\_lgcc.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/2012_lgcc.pdf)
18. NCP (2016). Protocolo de la Neutralidad de Carbono. The global standard for carbon neutral programmes. Disponible en:  
[http://www.carbonneutral.com/images/uploads/others/The\\_CarbonNeutral\\_Protocol\\_Jan2016\\_Low\\_Res.pdf](http://www.carbonneutral.com/images/uploads/others/The_CarbonNeutral_Protocol_Jan2016_Low_Res.pdf)
19. NHU (2016). New Hampshire University Campus Carbon Calculator. Disponible en:  
<http://sustainableunh.unh.edu/calculator>
20. PDI (2014), Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad de Guadalajara 2014-2030. Disponible en línea en: [http://www.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/pdi-udg-2014-2030\\_v4.pdf](http://www.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/pdi-udg-2014-2030_v4.pdf)
21. Penner, J. E. (1999). Aviation and Global Atmosphere. Disponible en:  
[https://books.google.com.mx/books/about/Aviation\\_and\\_the\\_Global\\_Atmosphere.html?id=JgphajrWfOsC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.mx/books/about/Aviation_and_the_Global_Atmosphere.html?id=JgphajrWfOsC&redir_esc=y)
22. RENE (2015). Registro Nacional de Emisiones SEMARNAT. Disponible en:  
<http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene>
23. SEMARNAT. (2014). Teoría y conceptos generales para elaborar inventarios verificables de emisiones de gases de efecto invernadero. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México D.F. Disponible en línea en:  
<http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/fomento/documentos/2014/guia-inventarios-gei.pdf>
24. UdG. (2016). Portal en línea de la Universidad de Guadalajara. Disponible en:  
<http://www.udg.mx/es>
25. UNFCCC (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change: Text (UNEP/WMO, Geneva).
26. UNFCCC (1998). Report of the conference of the parties on its third session, held at Kyoto from 1 to 11 December, 1997. Addendum. FCCC/CP/1997/7/Add.1. 25 March 1998
27. Hamrick, H. y Goldstein A. 2016. Raising Ambition. State of the Voluntary Carbon Markets, Ecosystem Marketplace.
28. Geosíntesis (2015). Programa de Ordenamiento de Arbolado en áreas verdes de los Centros Universitarios Regionales.
29. Informe de Matrícula de inicio de curso. Numeralia Institucional 2011. Coordinación de Control Escolar. Disponible en:  
<http://www.escolar.udg.mx/estadisticas/alumnos/2011>

30. Informe de Matrícula de inicio de curso. Numeralia Institucional 2011. Coordinación de Control Escolar. Disponible en: <http://www.escolar.udg.mx/estadisticas/alumnos/2012>
31. Informe de Matrícula de inicio de curso. Numeralia Institucional 2011. Coordinación de Control Escolar. Disponible en: <http://www.escolar.udg.mx/estadisticas/alumnos/2013>
32. Informe de Matrícula de inicio de curso. Numeralia Institucional 2011. Coordinación de Control Escolar. Disponible en: <http://www.escolar.udg.mx/estadisticas/alumnos/2014>
33. Informe de Matrícula de inicio de curso. Numeralia Institucional 2011. Coordinación de Control Escolar. Disponible en: <http://www.escolar.udg.mx/estadisticas/alumnos/2015>