

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS**

**MODELO DE GESTIÓN PARA APOYAR EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE
UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

AUTOR

ROBERTO ANDRÉS MOLINA MORENO

PROFESOR

CRISTIAN CARVALLO GONZÁLEZ

PROFESOR CORREFERENTE

MARÍA PILAR GÁRATE CHATEU

SANTIAGO, 10 DE OCTUBRE, 2022.

AGRADECIMIENTOS

Reservo este espacio para agradecer a cada una de las personas que me acompañaron durante este largo camino, a mi mamá Luz Marina por su apoyo y compañía incondicional, a mi papá Roberto por su constante aliento, a mi hermana Fernanda, mi cuñado Raúl y mis sobrinos Raúl e Isidora por su cariño y palabras de aliento.

Agradezco también a todos los amigos que me ha dejado esta experiencia llamada universidad, que de seguro me acompañarán en este camino por muchos años más, sin su apoyo y cariño este logro no habría sido posible.

Cierro este capítulo de mi vida con grandes aprendizajes y motivado por todo lo bueno que viene.

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente el planeta vive una crisis climática sin precedentes, por lo que es fundamental la toma acciones que permitan mitigar la crisis y los efectos negativos que este conlleva tanto para el planeta como para quienes habitan en este. Dado lo anterior, el siguiente estudio presenta un modelo de gestión que permita a las Instituciones de Educación Superior en Chile trabajar en post de lograr el desarrollo sostenible a través de la implementación de diferentes estrategias que permitan disminuir el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero de las operaciones en sus campus.

Para esto, la construcción del modelo se basa en la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), el Sistema de Gestión Energética basado en la norma ISO 50001 y el programa de gestión del carbono Huella Chile. Dentro del modelo, el Sistema de Gestión Energética tiene por objetivo gestionar el consumo energético de las operaciones de sus campus, definiendo políticas y planes de implementación para contribuir a la disminución del consumo. Por otra parte, la implementación del programa Huella Chile busca contar con una herramienta que permita cuantificar y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigarlas y lograr el objetivo de ser una Institución Carbono Neutral.

Una vez construido el modelo de gestión se presentan los tres planes estratégicos: Plan de Climatización, Plan de Iluminación y Plan de Computación. Estos planes constan de diferentes medidas que permiten generar un ahorro tanto en el consumo como en el costo de energía eléctrica, así como también la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un horizonte de tiempo mínimo de cuatro años. De forma de poder cuantificar los efectos de las estrategias propuestas, se establecen supuestos de acuerdo con las características de las Instituciones de Educación Superior en Iberoamérica que han medido su huella de carbono e implementado estrategias, obteniendo una reducción en el consumo energético estimada del 44,36% y una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero estimada de un 44,42%, teniendo un mayor impacto el Plan de Climatización del modelo. Por último, la implementación del modelo los primeros cuatro años tiene un costo total aproximado de \$306.946.076.

Palabras clave: Calentamiento global, gases de efecto invernadero, modelo de gestión, desarrollo sostenible, gestión energética.

ABSTRACT

Planet Earth is currently experiencing an unprecedented climate crisis, so it is essential to take actions to mitigate the crisis and the negative effects that it entails both for the planet and for those who lives on it. Therefore, the following study presents a management model that allows Higher Education Institutions in Chile to work towards achieving sustainable development through the implementation of different strategies that allow reducing energy consumption and greenhouse gas emissions. greenhouse effect of operations on its campuses.

To achieve this, the construction of the model is based on the PDCA methology (Plan, Do, Check, Act), the Energy Management System based on ISO 50001 standard and carbon management program Huella Chile. Within the model, the Energy Management System aims to manage the energy consumption about campus operations, defining policies and implementation plans to help reduce consumption. Besides, the implementation of Huella Chile program seeks to have a tool that allows quantifying and managing greenhouse gas emissions to mitigate them and achieve the goal of being a Carbon Neutral Institution.

Once the management model has been built, the three strategic plans are presented: Air Conditioning Plan, Lighting Plan and Computing Plan. These plans consist of different measures that make it possible to generate savings both in the consumption and electricity cost, as well as the reduction of greenhouse gas emissions, minimum, four years horizon time. In order to be able to quantify the effects of these strategies, assumptions are established according to the characteristics of Higher Education Institutions in Ibero-America that have measured their carbon footprint and implemented strategies, obtaining an estimated reduction in energy consumption of 44,36% and an estimated reduction in greenhouse gas emissions of 44,42%, with Air Conditioning Plan having a greater impact. Finally, the implementation of the model on it's first four years has a total cost of CLP 306,946,076.

Keywords: Global warming, greenhouse gases, management model, sustainable development, energy management.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	11
1.1. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	11
1.2. OBJETIVOS.....	13
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.3. METODOLOGÍA.....	14
1.4. ALCANCE.....	16
2. ESTADO DEL ARTE.....	17
2.1. ANTECEDENTES.....	17
2.1.1. ACUERDO DE PARÍS.....	17
2.1.2. AGENDA 2030 SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE.....	18
2.1.3. ASOCIACIÓN DE MARRAKECH PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA GLOBAL.....	22
2.1.4. CONTRIBUCIÓN DETERMINADA A NIVEL NACIONAL Y ESTRATEGIA CLIMÁTICA DE CHILE.....	24
2.1.5. PROGRAMA HUELLA CHILE.....	28
2.1.6. LEY MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	32
2.1.7. SUSTENTABILIDAD EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN CHILE.....	34
2.1.8. SUSTENTABILIDAD EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL MUNDO.....	37
2.2. MARCO TEÓRICO.....	39
2.2.1. CAMBIO CLIMÁTICO.....	39
2.2.2. HUELLA DE CARBONO.....	40
2.2.3. DESARROLLO SOSTENIBLE.....	42
2.2.4. INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.....	42
2.2.5. MODELOS DE GESTIÓN.....	44
2.3. PROPUESTA METODOLÓGICA.....	47
3. DESARROLLO.....	49
3.1. ESTRUCTURA DEL MODELO DE GESTIÓN.....	49

3.2. MODELO DE GESTIÓN.....	50
3.2.1. OFICINA DE SOSTENIBILIDAD.....	50
3.2.2. SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA SEGÚN NORMA ISO 50001.....	51
3.2.2.1. POLÍTICA ENERGÉTICA.....	51
3.2.2.2. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	52
3.2.2.3. IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN.....	54
3.2.2.4. SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS.....	55
3.2.2.5. AUDITORÍAS INTERNAS.....	56
3.2.2.6. ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS.....	57
3.2.2.7. REVISIÓN ALTA DIRECCIÓN.....	58
3.2.3. IMPLEMENTACIÓN HUELLA CHILE.....	59
3.2.3.1. REGISTRO DE PARTICIPACIÓN.....	60
3.2.3.2. CUANTIFICACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO....	60
3.2.3.3. REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.....	63
3.2.3.4. NEUTRALIZACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO...65	
3.2.3.5. EXCELENCIA EN LA GESTIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.....	67
3.3. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS A IMPLEMENTAR.....	68
3.3.1. ESTRATEGIAS POR IMPLEMENTAR EN EL MODELO DE GESTIÓN.....	69
3.4. ESTIMACIÓN DE COSTOS.....	77
3.4.1. COSTOS OFICINA SOSTENIBILIDAD.....	77
3.4.2. COSTOS VERIFICACIÓN PROGRAMA HUELLA CHILE.....	78
3.4.3. COSTOS ESTRATEGIAS.....	78
3.5. IMPACTO DE LA PROPUESTA.....	80
3.5.1. IMPACTO AMBIENTAL.....	80
3.5.2. IMPACTO ECONÓMICO.....	81
3.5.3. IMPACTO STAKEHOLDERS.....	82
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
5. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN.....	87
6. ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de las campañas impulsadas por parte de la Asociación de Marrakech.....	23
Tabla 2: Resumen de compromisos adoptados por la Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile.....	27
Tabla 3: Resumen de iniciativas medioambientales que sustentan la investigación.....	34
Tabla 4: Universidades chilenas que han medido sus emisiones de gases de efecto invernadero entre 2014 y 2019.....	37
Tabla 5: División de emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo con el tipo de alcance.....	41
Tabla 6: Listado de atributos que debe cumplir la institución para optar al sello de reconocimiento de excelencia en la gestión.....	67
Tabla 7: Resumen de costos de implementación del modelo de gestión.....	79
Tabla 8. Cuantificación de la disminución del consumo energético de acuerdo con los supuestos definidos.....	81
Tabla 9. Cuantificación de la disminución de emisiones de CO2 de acuerdo con los supuestos definidos.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología por utilizar para el desarrollo de la memoria.....	15
Figura 2: Mapa mundial de países con leyes/documentos políticos concretos para lograr ser carbono neutral, por año de consecución previsto.....	19
Figura 3: Gráfico comparativo de emisiones de GEI entre países desarrollados y economías en transición, y países en desarrollo.....	21
Figura 4: Diagrama de flujo que indica las etapas del programa y los niveles de reconocimiento según la gestión realizada.....	29
Figura 5: Sellos de reconocimiento por nivel de gestión de emisiones de gases de efecto invernadero.....	30
Figura 6: Elementos principales de la Ley Marco del Cambio Climático.....	33
Figura 7: Temáticas que aborda la Estrategia de Carbono Neutral UC.....	35
Figura 8: Elementos necesarios para la construcción de un modelo de gestión.....	44
Figura 9: Estructura de modelo de gestión basado en la norma ISO 140001.....	45
Figura 10: Modelo de Sistema de Gestión Energética ISO 50001.....	47
Figura 11: Propuesta metodológica para el desarrollo de la investigación.....	48
Figura 12: Etapas para la obtención del sello de reconocimiento de cuantificación de gases de efecto invernadero.....	62
Figura 13: Sello de reconocimiento de cuantificación de gases de efecto invernadero.....	63
Figura 14: Sello de reconocimiento de reducción de gases de efecto invernadero.....	65
Figura 15: Sello de reconocimiento de neutralización de gases de efecto invernadero.....	66
Figura 16: Sello de reconocimiento de excelencia en la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero.....	68
Figura 17: Flujo de Caja para la evaluación económica de la implementación del modelo de gestión en un horizonte de 4 años.....	79
Figura 18: Instituciones de Educación Superior en Chile participantes de la campaña “Race to Zero”.....	92

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la humanidad y el planeta se encuentran luchando contra el mayor desafío que les ha tocado enfrentar, el cambio climático. La evidencia de que este fenómeno existe es cada día más explícita, conviviendo constantemente con las consecuencias naturales que se han generado a nivel mundial, desde sequías, aumento en la temperatura promedio, desastres naturales, entre otros.

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2021), la influencia del ser humano en el calentamiento global es de una magnitud sin precedentes en los últimos 2000 años, siendo cada una de las últimas 4 décadas sucesivamente más cálida que la anterior desde 1850. Las dos primeras décadas del siglo 21 han sido 0,99 [°C] más calientes que todo el periodo entre 1850-1900, mientras que la década 2011-2020 fue 1,09 [°C] más cálida en comparación al periodo anteriormente señalado. Por otro lado, este mismo estudio señala que existe un mayor aumento de la temperatura a nivel de tierra (1,59 [°C]) que a nivel del mar (0,88 [°C]).

Dentro los factores más determinantes que contribuyen a la crisis climática en la que encuentra el planeta, y que depende en un 100% de la acción del ser humano, se encuentran las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Estos gases, definidos en el Protocolo de Kioto (1997), son generados de forma natural y considerados fundamentales para la vida del ser humano en el planeta, sin embargo, el descontrolado aumento de la combustión de combustibles fósiles, la deforestación y el crecimiento de la industria agrícola, ha tenido como consecuencia un incremento importante en las emisiones de estos gases. Desde 2011, se observa un continuo aumento en la atmósfera de estos gases, alcanzando el año 2019 en promedio 410 ppm de dióxido de carbono (CO₂), 1866 ppb de metano (CH₄) y 332 ppb de óxido nitroso (N₂O) (IPCC, 2021).

En base a esto, el gran desafío profesional que enfrenta la sociedad tiene relación en cómo gestionar el nivel de emisiones de GEI, teniendo en consideración que ésta es la forma más efectiva para combatir el cambio climático. Una herramienta que se tiene para poder cuantificar estas emisiones es la Huella de Carbono (HdC), la cual se define como la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera, derivados de actividades productivas o consumo de bienes y servicios (Espíndola y Valderrama, 2011).

Chile ha asumido un importante compromiso en la lucha contra el cambio climático, generando instancias que permitan apoyar e incentivar la gestión de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Para esto, el Ministerio de Medio Ambiente lanzó en 2016 el programa Huella Chile basado en la familia de normas ISO 14001, las cuales proporcionan claridad y coherencia para la gestión de emisiones de GEI. Este plan lanzado por el gobierno busca brindar a organizaciones públicas o privadas una herramienta que permite cuantificar, reportar y gestionar la Huella de Carbono.

Dentro de las organizaciones con un activo rol en la lucha contra el cambio climático se encuentran las Instituciones de Educación Superior (IES), las cuales tienen la responsabilidad de formar a los futuros profesionales y, además, promover la investigación y desarrollo para obtener soluciones innovadoras que permitan optimizar procesos productivos, manejo de residuos, entre otros. Sin embargo, también deben tener un rol activo en materia de emisiones de GEI, controlando la operación de sus campus y midiendo y gestionando la Huella de Carbono día a día, ya que el desarrollo de estas actividades conlleva impactos en su entorno, los cuales pueden ser positivos o negativos, por lo que además de trabajar en estos efectos, las Instituciones de Educación Superior al promover estrategias para apoyar el desarrollo sostenible están al mismo tiempo educando a su comunidad y a los futuros profesionales entregando conocimientos, competencias, actitudes y valores que contribuyen a un futuro más sostenible. (Cervantes Rosas, Aldeanueva Fernández, 2016)

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Diversas organizaciones internacionales han puesto sobre la mesa propuestas para mitigar los efectos del cambio climático en el planeta, por ejemplo, la Organización de Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible (2015), la cual cuenta con 17 objetivos para mejorar la calidad de vida y el bienestar de todas las personas. Dentro de estos objetivos, se encuentra el número 13: Acción por el Clima, el cual tiene como finalidad adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Según el Acuerdo de París (2015) aprobado en la COP21, se acordó limitar el aumento de la temperatura media del planeta en máximo +2 [°C] respecto a la época preindustrial y hacer los esfuerzos posibles para llegar a los +1,5 [°C]. ¿Cómo se logra esto? Se adoptó que para llegar a un límite de 1,5 [°C] se debe llegar a las cero emisiones netas para el año 2050, esto quiere decir que la cantidad de emisiones de GEI generadas se equilibran con la cantidad removida de la atmósfera. Para cumplir estos desafíos planteados en el Acuerdo de París, se estableció la creación del “Marrakech Partnership for Global Climate Action” en la COP22 el año 2016, con el objetivo de fortalecer la colaboración entre todos los actores estatales (gobiernos) y no estatales (ciudades, regiones, empresas, academia, sociedad civil) y comprometer a todos estos actores en trabajar y esforzarse en llegar a los 1,5 [°C] de aumento promedio (CMNUCC, 2021).

Actualmente Chile ocupa el segundo lugar entre los países en desarrollo con mejor desempeño en la carrera hacia las cero emisiones, y número 16 a nivel mundial, principalmente por sus acciones en la descarbonización en la generación de electricidad, apoyando el uso de energías renovables, y el lanzamiento de una estrategia climática de largo plazo (KPMG, 2021). Dentro de los actores no estatales en Chile se encuentran las Instituciones de Educación Superior, las cuales, además de formar a los futuros profesionales del mundo, deben asumir un rol protagónico como agentes de cambio y afrontar los desafíos y oportunidades que implican el objetivo común de la disminución de emisiones y la meta de cero emisiones netas para 2050.

Una iniciativa que reúne a las Instituciones de Educación Superior para generar acciones contra el cambio climático es la Red Campus Sustentable (RCS), asociación dedicada a la promoción de la sustentabilidad dentro de la educación superior, la cual busca desarrollar instancias de formación, colaboración y generación de instrumentos que promuevan cultura sustentable en la educación superior (Red Campus Sustentable, 2022). Esta red invita a las instituciones a desarrollar planes de trabajo relacionados a la sostenibilidad y gestión ambiental, promoviendo la creación de modelos de gestión y, además, generando alianzas con distintas iniciativas, siendo la más relevante para esta investigación la alianza con el Programa Huella Chile, ya que muestra la urgencia que existe por parte de las IES de trabajar en la correcta medición y gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, si bien es importante medir, también se deben tener claras las estrategias para reducir las emisiones, ya que el objetivo del desarrollo sostenible es el de mantener las actividades regulares con un enfoque sustentable y sostenible en el tiempo respecto al medio ambiente.

Dado lo expuesto anteriormente, surge la necesidad en las Instituciones de Educación Superior de implementar modelos que permitan reducir el impacto de sus actividades hacia el medio ambiente a través de la gestión energética de sus operaciones y la cuantificación y mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, desarrollando estrategias que permitan generar cambios en la conducta ambiental de su comunidad, y con esto generando un impacto en la sociedad de la cual forman parte.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo de gestión que permita promover el desarrollo sostenible de una Institución de Educación Superior en Chile, a través de la gestión del consumo energético y de la huella de carbono generada por sus actividades.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar qué Instituciones de Educación Superior en Chile cuentan con sistemas gestión energética y medición de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Identificar los actuales modelos de gestión sostenible que se hayan implementado en Instituciones de Educación Superior.
- Proponer un modelo de gestión que permita desarrollar un sistema de gestión energética y medir emisiones a través del programa Huella Chile.
- Estimar el impacto cuantitativo y cualitativo que tendría el modelo propuesto en una Institución de Educación Superior.

1.3 METODOLOGÍA

La metodología para trabajar durante esta investigación consistirá inicialmente en la recopilación de antecedentes, centrando la investigación en el contexto internacional que vive el cambio climático, identificando acuerdos, tratados e iniciativas internacionales que se identifiquen en la actualidad. Posteriormente se procederá a estudiar el contexto nacional, específicamente en Chile, respecto a qué se está haciendo a nivel nacional respecto al calentamiento global en términos de políticas, leyes, compromisos, entre otros. Para cerrar esta primera etapa, se analizará el contexto actual de las Instituciones de Educación Superior en Chile y el mundo respecto a la gestión ambiental, identificando que organizaciones cuentan con modelos de gestión que promuevan el desarrollo sostenible, ya sea para la medición de la huella de carbono o para alguna otra herramienta que promueva el desarrollo sostenible.

Posterior a la recopilación de antecedentes, se analizará la literatura actual publicada en la web respecto a los conceptos de cambio climático, gases de efecto invernadero, huella de carbono, desarrollo sostenible y modelos de gestión según las normas ISO 50001 e ISO 14001.

Una vez obtenida la información necesaria para la investigación, se procederá a construir el modelo de gestión a proponer, el cual estará estructurado de acuerdo con el análisis previo respecto a las Instituciones de Educación Superior en Chile y el mundo y los tipos de modelos de gestión identificados. Cabe destacar que las estrategias propuestas dentro del modelo son recomendaciones para adoptar por las instituciones, sin embargo, la implementación de estas dependerá principalmente de la situación particular de cada una y los objetivos organizaciones que tengan definidos, por lo que el modelo será flexible de acuerdo con el contexto de estas.

Finalmente, con el modelo ya construido, se debe estimar el impacto de implementar un modelo de estas características en las IES de Chile, identificando cuáles son las ventajas de ejecutarlo y los costos asociados para las instituciones, a través de supuestos que permitan cuantificar los beneficios de desarrollar gestión energética y acciones de mitigación de emisiones. Para cerrar, se propondrán recomendaciones para la implementación del modelo. La metodología por utilizar se puede observar en el esquema a continuación.

Metodología



Figura 1. Metodología por utilizar para el desarrollo de la memoria.

Fuente: Elaboración Propia.

1.4 ALCANCE

Dado lo expuesto anteriormente, el alcance de esta investigación corresponde al tipo descriptivo, esto debido a que el estudio se enfoca principalmente en la construcción de un modelo de gestión para el desarrollo sostenible a través de la implementación de un Sistema de Gestión Energética basado en la Norma ISO 50001 y la medición de la huella de carbono según la metodología del programa Huella Chile creado por el Ministerio de Medio Ambiente, el cual entrega una herramienta que permite la cuantificación y gestión de la emisión de gases de efecto invernadero sustentando bajo la familia de normas ISO 14001.

Por otro lado, el alcance geográfico hace referencia a que este estudio busca que el modelo obtenido sea posible de implementar en cualquier Institución de Educación Superior en Chile, de acuerdo con los objetivos organizacionales y las herramientas que cuente esta para que la implementación de este modelo sea eficaz y eficiente. Esto permitirá a las instituciones tener un marco de referencia que apoye la gestión ambiental de las actividades de los campus, promueva el desarrollo sostenible de la misma, teniendo la opción de poder optar a la obtención de certificaciones entregadas por el mismo programa Huella Chile, y contribuir como un agente de cambio a través de la correcta gestión de emisiones.

Es importante considerar que el objetivo de esta memoria es proponer un modelo que sea implementable de forma transversal en el tiempo por cualquier Institución de Educación Superior en Chile y que tenga un interés de involucrarse en este tema, por lo que no está contemplada la aplicación real de este modelo de gestión a proponer en alguna institución. Además, es importante destacar que las estrategias propuestas por el modelo de gestión son una referencia para la institución, sin embargo, la adopción de estas dependerá del contexto específico en el que se encuentre la institución, por lo que el modelo es flexible de acuerdo con lo que busque la misma.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 ANTECEDENTES

Para la realización de esta investigación, es importante identificar los factores que influyen en el contexto medioambiental mundial que si vive actualmente. En ese sentido, la recopilación de información se desarrollará en una primera etapa analizando la situación internacional actual, de acuerdo con políticas, acuerdos e iniciativas globales impulsadas. La segunda etapa consistirá en analizar el contexto nacional, específicamente en Chile, respecto a qué se está realizando en el contexto climático, definiendo leyes, contribuciones, planes y políticas públicas. Por último, la tercera etapa tendrá relación con determinar en qué posición se encuentran las Instituciones de Educación Superior respecto a la gestión ambiental, estudiando iniciativas actuales e identificando modelos de gestión implementados tanto en Chile como en el mundo.

2.1.1 Acuerdo de París

El cambio climático es una realidad mundial, y por lo mismo la comunidad internacional ha tomado cartas en el asunto para abordar el problema de forma global y con la participación y colaboración de todas las naciones existentes. De acuerdo con esto el 16 de diciembre de 2015, en la COP21 celebrada en Francia, se promulgó el histórico Acuerdo de París, un tratado internacional legalmente vinculante que entró en vigor el 4 de noviembre de 2016, el cual actualmente han firmado 193 partes, 192 países pertenecientes a las Naciones Unidas más la Unión Europea (ONU, 2022).

Este acuerdo tiene como principal objetivo establecer las acciones y compromisos necesarios para combatir el cambio climático y agotar todas las instancias necesarias para que esta crisis no llegue a un punto de irreversibilidad. Para esto, la principal medida que se ha adoptado y que constituye la principal acción que permite poder frenar el aumento descontrolado del clima es a través de la limitación del aumento de la temperatura promedio del planeta muy por debajo de los 2 °[C] y hacer todos los esfuerzos para llegar preferiblemente a 1,5° [C], en comparación con los niveles preindustriales, lo cual permitiría reducir considerablemente los riesgos y efectos del cambio climático tanto en la salud de la población como en el medio ambiente y la naturaleza. (Neira, M., & Villalobos, E, 2016).

Para alcanzar este ambicioso objetivo de temperatura en el largo plazo, se ha propuesto que cada país vinculado se debe proponer alcanzar un máximo de emisiones de gases de efecto invernadero lo antes posible, con el gran objetivo de llegar un planeta con cero emisiones netas para 2050, esto quiere decir que las emisiones liberadas a la atmósfera se equilibran en una cantidad igual a las que se remueven de la misma. Trabajar para ser carbono neutral, además de mitigar los efectos climáticos, conlleva importantes beneficios económicos y sociales, como aumentar el crecimiento económico y la creación de empleo, pudiendo crear 15 millones de nuevos empleos y un 1% de crecimiento adicional en la región para 2030 (Benavides et al, 2021).

La aplicación de este acuerdo implica una serie de transformaciones económicas y sociales, exigiendo a todas las partes involucradas hacer todo lo que esté en sus manos para lograr el objetivo planteado, en forma común y con la participación de todos los actores. Esto obliga a las naciones vinculadas al acuerdo presentar las denominadas **Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional** (NDC por sus siglas en inglés), las cuales tienen como objetivo comunicar las medidas que el país tomará para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, con el propósito de cumplir los objetivos definidos por el presente acuerdo. Además, para centrar de mejor manera los esfuerzos en el largo plazo, este tratado invita, a los países a formular **estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero**, las cuales, si bien no son obligatorias, permiten brindar un horizonte objetivo para las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional, haciéndolas parte de la planificación y desarrollo a largo plazo de los países (ONU, 2015).

Es importante destacar que este acuerdo es reevaluado en ciclos de 5 años, siendo la primera presentación de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional el año 2020. Se espera que a medida que vayan avanzando los ciclos, las medidas climáticas propuestas por los países sean cada vez más ambiciosas, considerando que el desafío de llegar a las cero emisiones netas para 2050 amerita grandes esfuerzos y transformaciones. Se espera que para el año 2024 los países informen las medidas adoptadas y los avances en esta materia, instancia que permitirá evaluar el progreso de cada uno y evaluar como proponer planes más ambiciosos para el próximo ciclo, el cual inicia en el año 2025.

Si bien aún es muy pronto para evaluar resultados y avances, si es relevante mencionar que, desde la puesta en marcha del acuerdo, ya se han logrado importantes compromisos sobre todo por parte de países desarrollados. Finlandia, por ejemplo, lidera la carrera hacia carbono neutralidad, estableciendo llegar a las cero emisiones netas para 2035, mientras que otros países de Europa, como Islandia, Suecia o Alemania, plantean llegar a las cero emisiones netas para 2045 (Energy & Climate Intelligence Unit, 2022). Más adelante se detallará las propuestas y avances de Chile en esta materia. En la siguiente figura se puede observar la proyección de los países miembros para llegar a las cero emisiones:

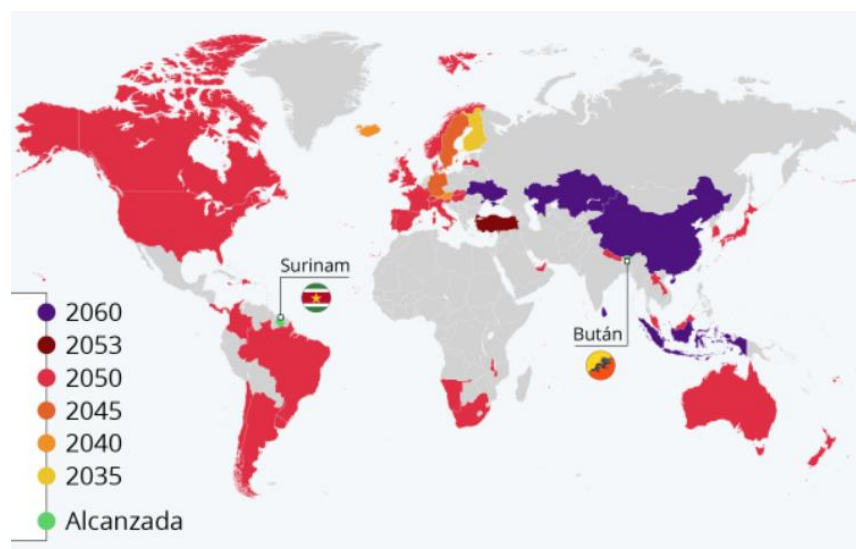


Figura 2. Mapa mundial de países con leyes/documentos políticos concretos para lograr ser carbono neutral, por año de consecución previsto.

Fuente: Energy & Climate Intelligence Unit

El Acuerdo de París corresponde un hito muy relevante en la lucha para combatir el cambio climático, ya que, por primera vez, hace que todos los países vinculados se unan en una causa común para realizar todos los esfuerzos posibles para lograr los objetivos propuestos. La ONU, dentro de sus planes para potenciar el desarrollo y beneficio de la población mundial, se está tomando muy en serio la emergencia climática, haciéndola parte de su Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. En el siguiente capítulo se presentarán los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, los cuales se esperan cumplir para el año 2030 y por supuesto, la crisis climática corresponde a uno de estos.

2.1.2 Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), organismo internacional encargado de mantener la paz y la seguridad a nivel mundial aprobó el año 2015 la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad que tiene como objetivo luchar contra la pobreza extrema, proteger la degradación del planeta, velar porque todos los seres humanos tengan una vida próspera y la paz mundial, todo esto en un periodo de 15 años (ONU, 2015).

La Agenda expuesta se enfoca en la creación de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales son el plan maestro que permitirá conseguir un futuro sostenible para todos y todas, interrelacionándose entre sí e incorporando los desafíos globales a los que nos enfrentamos día a día como humanidad. A continuación, se presentan los objetivos aprobados por el total de miembros de las Naciones Unidas:

1. Fin de la Pobreza
2. Hambre Cero
3. Salud y Bienestar
4. **Educación de Calidad**
5. Igualdad de Género
6. Agua Limpia y Saneamiento
7. **Energía Asequible y No Contaminante**
8. Trabajo Decente y Crecimiento Económico
9. Industria, Innovación e Infraestructura
10. Reducción de las Desigualdades
11. **Ciudades y Comunidades Sostenibles**
12. Producción y Consumo Responsables
13. **Acción por el Clima**
14. Vida Submarina
15. Vida de Ecosistemas Terrestres
16. Paz, Justicia e Instituciones Sólidas
17. Alianzas para Lograr los Objetivos

Dentro de los objetivos mencionados en el apartado anterior, existen algunos que tienen relación con esta investigación, siendo uno de los más importantes el **objetivo número 13: Acción por el Clima**. Dado que uno de los tópicos que sustenta la creación de la Agenda 2030 es la protección del planeta, este objetivo en particular busca adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Para mitigar la amenaza de un cambio climático irreversible, el Acuerdo de París define hacer los esfuerzos para limitar el calentamiento global a 1,5 [°C], lo cual se debe lograr disminuyendo las emisiones un 7,6% cada año, desde 2020, sin embargo, según el Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2020), el mundo aún está lejos de cumplir esta meta, ya que si bien los países desarrollados y economías en transición han disminuido sus emisiones un 6,5% en el periodo 2000-2018, los países en desarrollo han aumentado sus emisiones en un 43,2% entre 2000 y 2013, principalmente por aumento en la industrialización y producción económica.

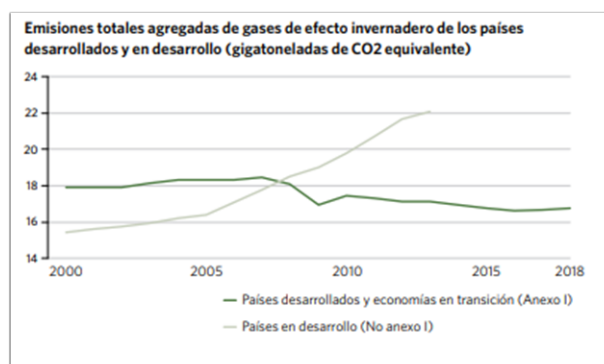


Figura 3. Gráfico comparativo de emisiones de GEI entre países desarrollados y economías en transición, y países en desarrollo.

Fuente: Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2020

Adicional al objetivo número 13, existen otros objetivos que también tienen relación con el tema. Dentro de estos se puede mencionar el objetivo **número 4: Educación y Calidad**, el cual hace referencia que los alumnos deben adquirir los conocimientos teóricos y prácticos para promover el desarrollo sostenible, a través de la educación para el desarrollo y las prácticas sostenibles. Luego se tiene el **objetivo número 7: Energía Asequible y No Contaminante**, el cual busca promover el uso de energías renovables en el futuro y garantizar el acceso a estas nuevas fuentes, además de trabajar en la mejora de la eficiencia energética a través de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías. El último objetivo por mencionar corresponde al objetivo **número 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles**, el

cual promueve que las ciudades y comunidades adopten políticas y planes para incentivar el uso eficiente de los recursos y mitigar los efectos del cambio climático.

Además de la agenda impulsada por la ONU, existe otras iniciativas por parte de esta organización para promover la acción concreta de los llamados actores no estatales, en particular la Asociación de Marrakech, la cual busca el compromiso de estos actores para combatir el cambio climático y se entregarán más detalles a continuación.

2.1.3 Asociación de Marrakech para la Acción Climática Global

De acuerdo con el contexto mundial, el cambio climático es una realidad y nadie puede demostrar lo contrario, pero, si bien se han presentado acuerdos internacionales y compromisos que las naciones del planeta han decidido firmar de forma voluntaria, estas instancias aún no han sido suficientes para intensificar las acciones concretas de la población mundial en pro de obtener los resultados necesarios para superar la crisis climática que se vive día a día.

Según lo planteado anteriormente, en la COP22 celebrada en Marrakech el año 2016, se definió que para poder alcanzar los objetivos establecidos en el Acuerdo de París el año anterior, se debe intensificar el compromiso y la participación de los actores no estatales, ya que no basta con involucrar solamente a las naciones o estados, sino que es aún más importante tener la colaboración de todas las partes interesadas para lograr ser carbono neutral en 2050, y por ende mantener el calentamiento global cercano a 1,5° [C]. En base a esto se decide crear la **Asociación de Marrakech para la Acción Climática Mundial** (Marrakech Partnership for Global Climate Action en inglés), organización que busca apoyar la implementación del Acuerdo de París a través de la colaboración entre los actores estatales (gobiernos) y actores no estatales (ciudades, regiones, empresas, academia, sociedad civil) que deben actuar sobre el cambio climático, esto con el fin de reducir de inmediato las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar la resiliencia frente a los impactos climáticos. (CMNUCC, 2016).

Además, esta asociación busca darles una estructura a las acciones climáticas e incentiva a los países a cumplir con sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional y sus estrategias a largo plazo, todo esto basado en los objetivos firmados en el Acuerdo de París y

en línea con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Por otra parte, se crea la figura del “High-Level Champions”, (Campeones de Alto Nivel, en español), quienes son los responsables de liderar las iniciativas y proyectos que promueva la Asociación.

Adicional a lo señalado previamente, durante la COP26 celebrada en Glasgow, Escocia el año 2021, se actualizó el documento formulado el año 2016, integrando a la asociación las campañas globales que ha creado esta organización desde su inicio, las cuales han sido las herramientas que se han utilizado para generar puentes entre los ya mencionados actores no estatales y los gobiernos. En la siguiente tabla se presentarán estas campañas, mientras que el detalle de cada uno será incluido en el Anexo 6.1, 6.2 y 6.3.

Campaña	Descripción
Race to Zero	Iniciativa que busca comprometer a los actores estatales y no estatales a tomar acciones concretas para mitigar sus emisiones de gases de efecto invernadero e implementar planes para llegar a las cero emisiones netas al 2050. Actualmente se cuenta con el apoyo de importantes actores estatales, regiones, ciudades, empresas, instituciones educativas, de salud, financieras y otras organizaciones.
Race to Resilience	Campaña que tiene como objetivo acelerar el apoyo de los actores no estatales por la resiliencia climática, en relación con los afectados por el aumento de los efectos climáticos que genera el calentamiento global, enfatizando en los aspectos urbanos, rurales y costeros .
Glasgow Finance Alliance for Net Zero	Campaña asociada a “Race to Zero” para reunir el apoyo del sector financiero para acelerar la transición hacia una economía cero emisiones, con el objetivo de generar cambios en las estructuras empresariales para lograr el funcionamiento de estas de forma amigable con el medio ambiente.

Tabla 1. Detalle de las campañas impulsadas por parte de la Asociación de Marrakech.

Fuente: Elaboración Propia

Con estas 3 campañas mundiales, la Alianza de Marrakech por la Acción Climática Mundial busca involucrar de forma urgente a los actores no estatales en tomar acciones para llegar a ser carbono neutral en 2050, haciendo responsables a estos actores en tomar medidas ambiciosas y permitiendo generar puentes entre estos actores y las naciones, esto en línea con los objetivos definidos en el Acuerdo de París y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

A continuación, se presentará cómo Chile ha reaccionado ante estos acuerdos y compromisos internacionales, definiendo las acciones e iniciativas por el gobierno para contribuir a la lucha contra la crisis climática.

2.1.4 Contribución Determinada a Nivel Nacional y Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile

Chile, como un activo protagonista de la lucha contra el cambio climático a nivel mundial, ha declarado su fuerte compromiso en impulsar acciones ambiciosas para mitigar los efectos de la crisis medioambiental en el largo plazo, sobre todo considerando que el país se considera altamente vulnerable frente a la crisis climática, ya que cuenta con áreas de borde costero de baja altura, áreas áridas, semiáridas y de bosque, susceptibilidad a desastres naturales, áreas propensas a sequía y desertificación, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos. Además, a lo anterior se suma la fuerte dependencia de las actividades socioeconómicas del país a las condiciones climáticas, sobre todo la disponibilidad hídrica. (Pontificia Universidad Católica de Chile, s.f.)

En materia internacional, el estado chileno ratificó su participación en el Acuerdo de París y en la Alianza de Marrakech para la Acción Climática Global, además de presidir la COP25 el año 2019 en Madrid y liderar la Alianza por la Ambición Climática. Estas instancias van en línea con el ambicioso objetivo que tiene Chile, previendo ser carbono neutral para 2050.

Al ser parte del Acuerdo de París, Chile tiene la obligación de presentar su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés), con el objetivo de comunicar cuáles son las medidas que tomará el país para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y promover el desarrollo inclusivo y sostenible. La primera NDC de Chile fue informada el año 2015 a través del gobierno de la presidenta Michelle Bachelet,

mientras que la actualización de esta fue presentada el año 2020 por el Gobierno del presidente Sebastián Piñera. Esta contribución debe ser presentada cada 5 años hasta el año 2050, donde se espera llegar a ser carbono neutral.

Contribución Determinada a Nivel Nacional 2020

Para la actualización de la NDC, Chile ha considerado la evidencia científica como un fuerte argumento para ser ambicioso en sus políticas y acciones climáticas. Según el “Reporte Especial de Calentamiento Global de 1,5°C” (IPCC, 2019), el calentamiento global ya se encuentra en 1° [C] y con la tasa actual de emisiones de gases de efecto invernadero, el aumento de 1,5° C se estaría alcanzando entre 2030 y 2052, lo cual ya hace urgente tomar medidas a la brevedad. Si bien Chile representa el 0,25% de las emisiones de GEI en el mundo, es importante notar que desde 1990 las emisiones han aumentado un 114,7% y desde 2007, un 20% (Ministerio de Medio Ambiente, 2018).

La Contribución Determinada a Nivel Nacional en su actualización el año 2020 se sustenta sobre 4 componentes: Mitigación, Adaptación, Integración e Implementación. A continuación, se presentará la componente de **mitigación**, la cual tiene relación con la propuesta de reducción de emisiones para el año 2030.

- 1. Contribución en Mitigación N°1:** Comprometer un presupuesto de emisiones de gases de efecto invernadero que no superará las 1.100 MtCO₂eq entre 2020 y 2030, con un máximo de emisiones a alcanzar en 2025, y llegar a un nivel de emisiones de GEI de 95 MtCO₂eq en 2030. (Gobierno de Chile, 2020).
- 2. Contribución en Mitigación N°2:** Reducción de al menos un 25% de las emisiones totales de carbono negro para 2030 respecto a 2016, a través de políticas nacionales asociadas a la calidad del aire. (Gobierno de Chile, 2020).

Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile

Si bien no es una obligación, el artículo 4.19 del Acuerdo de París invita a los países miembros a formular y comunicar sus estrategias de largo plazo para lograr ser carbono neutral y la resiliencia a más tardar en 2050, esto en línea con el objetivo impuesto por el Acuerdo de mantener el calentamiento global en 1,5° [C]. Esta estrategia busca definir los

lineamientos a largo plazo que seguirá el país para combatir la crisis climática, principalmente transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero hasta llegar a las cero emisiones netas, reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia ante los efectos climáticos del calentamiento global y cumplir los compromisos internacionales que Chile ha asumido (Gobierno de Chile, 2021).

De acuerdo con lo anterior, el gobierno de Chile presentó en la COP26 de Glasgow su Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), una hoja de ruta que en un plazo de 30 años buscará avanzar hacia el desarrollo sustentable y sostenible en el tiempo, estableciendo límites sectoriales de emisiones de CO₂eq según lo definido en la NDC de Chile, además de definir 407 metas de transición y transformación a los sectores claves del país y acciones concretas que el país deberá cumplir. Dentro de las metas más importantes de la ECLP se encuentran las siguientes:

- **Presupuesto Nacional de Emisiones de Carbono** para el periodo 2020-2030 de 1.100 millones de toneladas de CO₂eq, según el compromiso definido en la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Chile, siendo los ministerios sectoriales los encargados de fiscalizar el cumplimiento de estos límites. Actualmente los ministerios de Transporte y Energía representan la mayor cantidad de presupuesto, 29% y 26% respectivamente, siguiendo Minería con 16%, Agricultura con 11%, Vivienda con 9%, Salud con 5% y Obras Públicas con 4%. (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 2021)
- **Al 2025**, retirar el 65% de las centrales a carbón del país, sumar entre 10.000 y 15.000 hectáreas de humedales urbanos, establecer eco etiquetado de reciclabilidad obligatorio o que el 100% de las áreas marinas protegidas pre-2020 cuenten con planes de manejo. (Gobierno de Chile, 2021).
- **Al 2030**, que el 80% de la generación de electricidad provenga de energías renovables, aumentar un 50% la red de estaciones de glaciares, implementar flotas cero emisiones en la gran minería o que el 100% de la población urbana tenga acceso a servicios sanitarios. (Gobierno de Chile, 2021).
- **Al 2040**, retirar o convertir las centrales a carbón, que el hidrógeno verde sea el 20% de la matriz de combustibles, que el 100% del transporte público sean cero emisiones y reducir en un 40% el ingreso de residuos a mares y playas. (Gobierno de Chile, 2021).

- **Al 2050**, la matriz energética debe ser cero 100% cero emisiones, reducir en un 70% las emisiones de la industria de la minería y que entre un 30% a 50% de las especies amenazadas cuente con un plan de Recuperación, Conservación y Gestión. (Gobierno de Chile, 2021).

En la siguiente tabla se podrán observar a modo de resumen los compromisos definidos por la Estrategia Climática.

Compromiso	Descripción
Presupuesto Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.	<ul style="list-style-type: none"> • Entre 2020-2030 llegar a 1.100 toneladas de CO₂eq.
Para 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Retiro del 65% de centrales a carbón • 10.000 – 15.000 hectáreas de humedales. • Eco etiquetado de reciclaje.
Para 2030	<ul style="list-style-type: none"> • 80% de la generación de energía provenga de energías renovables. • Implementar flota cero emisiones en la gran minería.
Para 2040	<ul style="list-style-type: none"> • Retiro del 100% de centrales a carbón. • 20% de la matriz energética sea hidrógeno verde. • 100% del transporte público cero emisiones.
Para 2050	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz energética 100% cero emisiones. • Reducción en un 70% de las emisiones de la minería.

Tabla 2. Resumen de compromisos adoptados por la Estrategia Climática a Largo Plazo de Chile

Fuente: Elaboración Propia

Respecto a compromisos que vinculen a Instituciones de Educación Superior dentro de la estrategia, si bien no es posible identificar acciones concretas, si se enfatiza en la necesidad de sensibilizar y educar ambientalmente a los estudiantes de todos los niveles (parvulario, básica, media y superior), de forma de estimular su participación en la búsqueda e implementación de nuevas soluciones que permitan combatir la crisis.

Para finalizar, es importante considerar que esta estrategia forma parte de la Ley Marco de Cambio Climático aprobada por el Senado en marzo de 2022 y publicada en junio del mismo año, siendo uno de los instrumentos de gestión principales de la nueva ley, la cual se mencionará más adelante. Además de esto, el Ministerio de Medio Ambiente ha impulsado una serie de planes de mitigación y adaptación respecto a emisiones, siendo uno de los más relevantes para esta investigación el programa Huella Chile, el cual se detallará a continuación.

2.1.5 Programa Huella Chile

El programa de Fomento de Capacidades en Desarrollo Bajo en Emisiones (LECB), con financiamiento de la Comisión Europea y los gobiernos de Alemania y Australia, ha sido un gran aporte para las iniciativas de mitigación contra el cambio climático que ha desarrollado el gobierno de Chile los últimos años, fortaleciendo iniciativas como el Sistema Nacional de Inventarios de gases de efecto invernadero, mitigación en el sector privado, estrategias de desarrollo bajo en carbono y, el más importante para el desarrollo de esta investigación, el programa de gestión del carbono Huella Chile. (Ministerio de Medio Ambiente, 2016).

El objetivo de este programa es fomentar la cuantificación, reporte y gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero corporativa, o huella de carbono corporativa, tanto en organizaciones de carácter públicas y privadas. Para esto, el programa impulsado por el Ministerio de Medio Ambiente se enfoca en tres elementos principales:

1. Entregar una herramienta de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero corporativa en línea y gratuita, disponible para todas las organizaciones registradas en el programa.
2. Apoyo técnico para las organizaciones a través de un equipo de profesionales que prestan apoyo y capacitando sobre el cálculo de la huella y el uso de la herramienta.
3. Reconocimiento según nivel de gestión, otorgando certificaciones a las organizaciones según su gestión e incentivando a éstas para continuar mejorando en este aspecto.

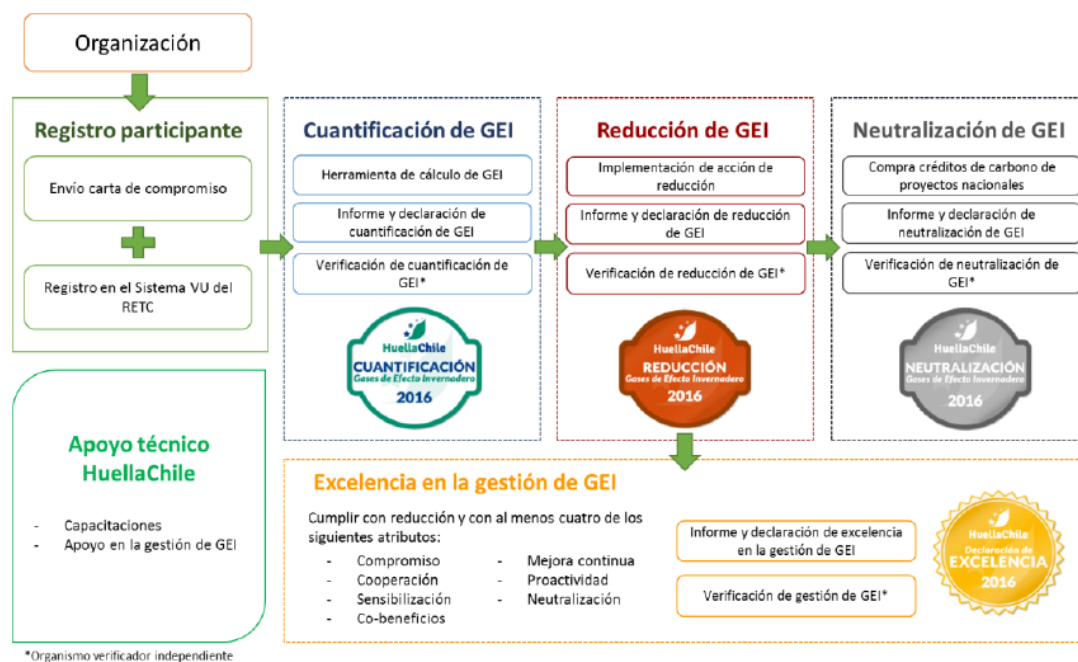


Figura 4. Diagrama de flujo que indica las etapas del programa y los niveles de reconocimiento según la gestión realizada.

Fuente: Huella Chile

Funcionamiento del Programa

El proceso de funcionamiento de Huella Chile consta 4 etapas: Ingreso al Programa, Generación de Informe, y Declaración de Cuantificación de GEI, Verificación Parte Independiente y Entrega Logo de Reconocimiento. Las actividades asociadas a cada una de las etapas se detallarán a continuación:

1. Ingreso al Programa Huella Chile

- 1.1. Proceso de registro, a través del envío por correo electrónico de la carta de intención y compromiso voluntario de participación en el programa.
- 1.2. Solicitar el acceso al sistema sectorial “huella de carbono” en el Sistema Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes de Chile (RETC).

2. Generación de Informe y Declaración de Cuantificación de GEI

- 2.1. Ingreso de datos y antecedentes en la herramienta de cálculo para cuantificar las emisiones de GEI.

- 2.2. Descarga de reporte y declaración de cuantificación, y elaborar informe de cuantificación de acuerdo con los datos obtenidos por el reporte.
3. Verificación parte independiente
- 3.1. La organización deberá encargar la verificación de su declaración e informe a través de un organismo verificador externo, el cual deberán elegir libremente, siempre y cuando no existan conflictos de interés. Es importante definir que esta actividad es la única que representa un costo monetario para la organización.
- 3.2. Una vez definido el organismo verificador, se deberá entregar la información según su plan verificador.
- 3.3. El organismo verificador entregará un informe indicando posibles correcciones según la información obtenida y una declaración de verificación.
4. Entrega de Logo de Reconocimiento
- 4.1. A través de correo electrónico, la organización postulante deberá enviar a Huella Chile la declaración de cuantificación, el informe de cuantificación y la declaración de verificación hecha por el organismo externo.
- 4.2. Huella Chile le informará a la organización postulante si cumple con los requisitos para optar al reconocimiento que está postulando. En caso contrario, indicará los antecedentes que faltan.
- 4.3. Una vez obtenido el o los reconocimientos, los cuales pueden ser Cuantificación, Reducción, Neutralización y Excelencia, Huella Chile reconocerá a las organizaciones en una ceremonia anual.



Figura 5. Sellos de reconocimiento por nivel de gestión de emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuente: Huella Chile

En específico, la obtención de cada uno de los logos depende del cumplimiento de ciertos requisitos, los cuales se detallan a continuación:

- **Cuantificación**

- Herramienta de cálculo de GEI.
- Informe y declaración de cuantificación de GEI.
- Verificación de cuantificación de GEI.

- **Reducción**

- Implementación de acción de reducción.
- Informe y declaración de reducción de GEI.
- Verificación de reducción de GEI.

- **Neutralización**

- Compra de créditos de carbono de proyectos nacionales.
- Informe y declaración de neutralización de GEI.
- Verificación de neutralización de GEI.

- **Excelencia**

- Cumplir con reducción y con al menos cuatro de los siguientes atributos: Compromiso, Cooperación, Sensibilización, Co-beneficios, Mejora continua, Proactividad, Neutralización.
- Informe y declaración de excelencia en la gestión de GEI.
- Verificación de excelencia en la gestión de GEI.

Es importante señalar que en la actualidad 1577 organizaciones forman parte del programa, entregando 913 reconocimientos y capacitando más de 3000 personas. En lo que corresponde a organizaciones educativas, hasta el momento se contabilizan 29 instituciones registradas, de las cuales 18 corresponden a instituciones de educación superior. (Ministerio de Medio Ambiente, s.f.)

Huella Chile, al ser una herramienta que incentiva la gestión de emisiones y contribuye a la mitigación de la crisis climática, también forma parte de la Ley Marco de

Cambio Climática, principal política de estado que ha impulsado Chile para el combate de la crisis climática. En el siguiente capítulo se desarrollará con más detalles esta ley.

2.1.6 Ley Marco de Cambio Climático

Una forma que tienen los países de darle importancia y tomar medidas y acciones que comprometan a todos los actores de la sociedad de forma común y masiva es a través de la ley, una declaración de la voluntad soberana que, manifestada en la forma prescrita por la constitución, demanda, prohíbe o permite. (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, s.f.). Sin embargo, es natural hacer la siguiente pregunta: ¿por qué avanzar hacia una legislación climática? Según Moraga, Meckievi (2016) si bien las motivaciones son diversas, todas tiene como denominador común la necesidad de dejar atrás instrumentos no vinculantes, como planes o estrategias ministeriales, que poco poder efectivo les da a las autoridades.

Según lo anterior, en enero de 2020 inició la tramitación en el Senado del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático (PLMCC), estableciendo, entre otras materias, la meta de ser carbono neutral y resiliencia al clima para 2050. En específico, la ley establece facultades y obligaciones a nivel central, regional y local, involucrando y obligando a desarrollar acciones concretas para enfrentar el cambio climático a 17 ministerios, los gobiernos regionales y todos los municipios del país. Además, la ley también reconoce la Contribución Determinada a Nivel Nacional y la Estrategia Climática de Largo Plazo como instrumentos de gestión del cambio climático, por lo que la ley obliga la elaboración de planes sectoriales de mitigación y adaptación con medidas y acciones concretas para cumplir las metas y compromisos afrontados en estos instrumentos. (Ministerio de Medio Ambiente, 2022)

Al ser una ley marco, establece gobernanza climática, lo que da facultades y obliga a los organismos de estado para la acción climática. Institucionaliza la visión del Estado, ya que al establecer en la ley la meta de ser carbono neutral asegura el cumplimiento de esta como herramienta jurídica. Por último, flexibiliza la acción del Estado, permitiendo ajustar medidas según cambios económicos, tecnológicos, internaciones, entre otros. (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2022) Los principales elementos de la ley se pueden observar en la siguiente figura:

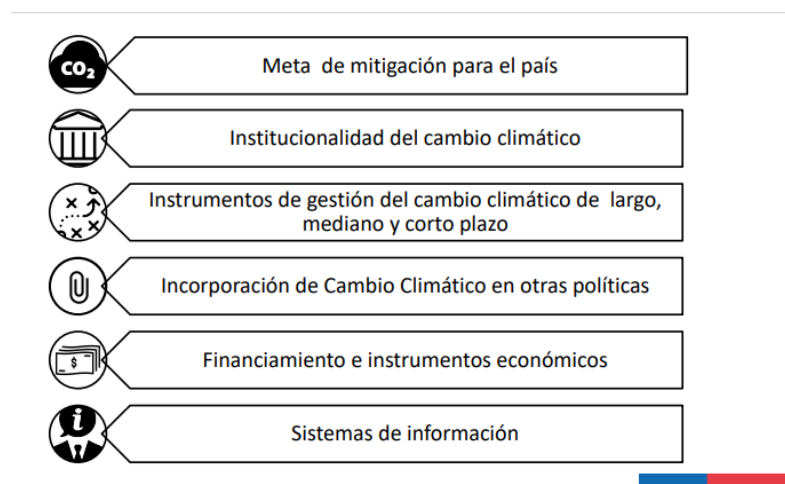


Figura 6. Elementos principales de la Ley Marco del Cambio Climático

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente

Dado lo expuesto anteriormente, la ley fue aprobada por el Congreso en marzo de 2022, promulgada por el mismo a finales de mayo de este año y publicada en el Diario Oficial el pasado 13 de junio de 2022 por el Ministerio del Medio Ambiente, entrando en vigor desde esa fecha.

A modo de resumen, en la siguiente tabla se podrán observar las iniciativas presentadas y cómo contribuyen al desarrollo de esta memoria.

Iniciativa Medioambiental	Contribución a la memoria
Contribución Determinada a Nivel Nacional y Estrategia Climática de Largo Plazo.	Da a conocer los compromisos adoptados por Chile para la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y la necesidad de trabajar en la gestión energética para lograr los acuerdos definidos.
Programa “Huella Chile”.	Iniciativa que busca promover la gestión del carbono en organizaciones y brinda herramientas que permiten implementar medidas para reducir la huella de carbono organizacional.
Ley Marco de Cambio Climático.	Contexto legal que obliga a las organizaciones a preocuparse por el medio ambiente y trabajar para lograr los compromisos adoptamos por Chile.

Tabla 3. Resumen de iniciativas medioambientales que sustentan la investigación.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se pasará a analizar la situación actual que viven las instituciones de educación superior en materia de gestión medioambiental, con énfasis en la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero y qué acciones están desarrollando en esta materia.

2.1.7 Sustentabilidad en Instituciones de Educación Superior en Chile

Dentro del escenario actual que vive el planeta respecto al cambio climático, la gestión ambiental y el concepto de sustentabilidad son claves para el combate de la crisis, siendo las instituciones de educación superior uno los principales interesados en potenciar estas áreas, de tal forma de poder contribuir desde su posición en la investigación, innovación y desarrollo de nuevas prácticas y estrategias que permitan poder gestionar de mejor forma los recursos, mitigar el impacto de las actividades operativas en el medio ambiente y promover el desarrollo económico sostenible en el tiempo.

En lo que corresponde a Chile, existen bastantes instituciones de educación superior con compromisos ambientales, tanto en materias de sustentabilidad como de gestión de emisiones, contando con áreas u organizaciones internas especializadas en el tema y

trabajando permanentemente en mejoras y planes de acción para llevar a cabo. Según el UI GreenMetric World University Ranking (2021), las 5 universidades más sustentables de Chile son las siguientes:

1. Pontificia Universidad Católica de Chile
2. Universidad Técnica Federico Santa María
3. Universidad de Viña del Mar
4. Universidad Bernardo O'Higgins
5. Universidad Católica del Norte

Analizando las dos primeras instituciones del ranking, en primer lugar, se sitúa la Pontificia Universidad Católica de Chile, la cual cuenta con su propio Instituto para el Desarrollo Sustentable (IDS), el cual ofrece un espacio académico para fortalecer el aporte de la universidad al desarrollo sustentable, a través de docencia, investigación y colaboración. (Pontificia Universidad Católica de Chile, s.f.). Adicional a esto, la Universidad Católica está trabajando en el proceso de carbono neutral con el objetivo de llegar a ser carbono neutrales para el año 2038, esto a través de su Estrategia de Carbono Neutral UC al 2038, la cual constará de 10 mesas de trabajo que promoverán proyectos, acciones, indicadores, metas y plazos para mitigar y cuantificar la reducción de emisiones.

Dentro de las medidas adoptadas por la Universidad Católica, se puede mencionar la implementación de paneles solares, cambio a luminarias LED, gestión de residuos a través de puntos de reciclaje y compostaje, construcción de ciclovías y estacionamientos dentro de sus campus.



Figura 7. Temáticas que aborda la Estrategia de Carbono Neutral UC

Fuente: Pontificia Universidad Católica de Chile

La segunda institución en analizar corresponde a la Universidad Técnica Federico Santa María, la cual se caracteriza en el país por ser una universidad líder en ingeniería, ciencia y tecnología, y como tal cuenta con importantes acciones y políticas sustentables. La más relevante corresponde a que esta institución es la primera universidad chilena en obtener la certificación internacional ISO 50001 por su Sistema de Gestión Energética, concedida por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Este sistema se centra en la gestión de la energía en los campus, principalmente en eficiencia y sostenibilidad energética, y además el uso de energías 100% renovables. Dentro de los principales hitos del sistema implementado por esta casa de estudios, se encuentran los siguientes:

- Creación del comité del Sistema de Gestión Energética Institucional
- Implementación de una política de Gestión Energética
- Instalación de iluminación led en un 80% de cada Campus y Sede
- Instalación de plantas fotovoltaicas en sus Campus
- Desarrollo de campañas de concientización y capacitaciones a la comunidad interna

Es importante destacar que tanto la gestión energética eficiente dentro de los Campus y la utilización de energías 100% renovables permiten mitigar de forma importante las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente debido a que se ha dejado de utilizar combustibles fósiles como carbón o petróleo, grandes contribuyentes al aumento de emisiones. (Universidad Técnica Federico Santa María, 2022).

Así como se han mencionado las dos universidades mejor posicionadas en materia de gestión ambiental y sustentabilidad, también es importante mencionar la **Red de Campus Sustentable** (RCS por su sigla en español), asociación de instituciones de educación superior y profesionales, cuyo objetivo es promover la sustentabilidad en la educación superior, desarrollando instancias de formación, colaboración y generación de instrumentos que promuevan una cultura sustentable.

En específico, la red ha desarrollado una herramienta denominada Reporte y Evaluación de la Sustentabilidad en Instituciones de Educación Superior (RESIES), la cual busca facilitar la transición de las instituciones hacia la sustentabilidad. Esta herramienta puede ser utilizada como modelo u hoja de ruta para la implementación de la sustentabilidad,

así como también un mecanismo de reconocimiento dado el desempeño y compromiso adoptado. (Red Campus Sustentable, 2021). Por último, y relación con la investigación, la red cuenta con una alianza con el Programa Huella Chile, mencionado anteriormente, con el fin de promover la formación hacia los socios de la red, incentivar el uso del programa y colaborar en el desarrollo de estrategias para implementar la metodología de gestión de emisiones que promueve dicho programa.

De acuerdo con una investigación realizada respecto a medición de emisiones hechas por universidades en Chile, fue posible identificar 6 instituciones que realizaron mediciones entre 2014 y 2019, de las cuales fue posible concluir que cada estudiante perteneciente emite aproximadamente 0,903 toneladas de CO₂ de forma anual. En la siguiente tabla es posible observar los datos recolectados.

Año Medición	Universidad	Cantidad de Alumnos	Emisiones CO2 [ton]	Promedio Emisiones por Alumno
2014	Universidad de Antofagasta	9.373	10.039,58	1,071
2015	Universidad de Santiago de Chile	27.000	23.672,93	0,877
2015	Universidad de Antofagasta	9.373	9.578,21	1,022
2018	Pontificia Universidad Católica de Chile	32.445	32.168,00	0,991
2019	Universidad Tecnológica Metropolitana	8.531	3.857,78	0,452
2019	Universidad de Magallanes	4.180	4.195,00	1,004
Promedio				0,903

Tabla 4. Universidades chilenas que han medido sus emisiones de gases de efecto invernadero entre 2014 y 2019.

Fuente: Elaboración Propia.

2.1.8 Sustentabilidad en Instituciones de Educación Superior en el mundo

A nivel mundial, la sustentabilidad y la gestión ambiental son conceptos que las universidades más prestigiosas están trabajando, sobre todo con el objetivo de obtener certificaciones que avalen y complementen las gestiones que realizan, sobre todo

considerando que actualmente las condiciones de sobre explotación de recursos naturales va en aumento, lo que hace urgente y necesaria la gestión eficiente de recursos y residuos para disminuir lo más posible el daño al medio ambiente. De acuerdo con lo anterior, se presentará a continuación el análisis de los casos respecto a instituciones de educación superior en Estados Unidos y China, principales exponentes de la gestión ambiental.

Estados Unidos

Las universidades estadounidenses han sido una de las pioneras en la implementación de sistemas de gestión ambiental, sustentados principalmente en las normas ISO 14000. Este es el caso de la Universidad de Carolina del Sur, la cual desarrolló un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001 y recomendaciones de la USEPA (United States Environmental Protection Agency, por su sigla en inglés). Este sistema consta de 3 fases: La Fase 1 busca el apoyo de la alta dirección organizacional, definiendo una estructura contable, identificando aspectos legales, analizando las operaciones en campus e identificando actividades que comprometan el medio ambiente, además de actualizar la política medioambiental. La fase 2 corresponde a la creación de programas medioambientales y el monitoreo y medición de las operaciones, generando documentación, capacitando y comunicando. Por último, la fase 3 consiste en auditar el sistema tanto de forma interna como externamente. (Savely S. M., Carson A. I., Declos G.L., 2006).

China

El desafío ambiental que enfrenta la educación china corresponde a la gestión eficiente de recursos naturales como el agua y la energía, sobre todo ya que la complejidad de esto radica en la gran cantidad de estudiantes que deben atender, con un total de 2409 universidades y más de 24 millones de estudiantes (Tan et. al, 2013). Esto llevó a la creación del modelo de gestión Campus Verde (Green Campus en inglés) para todas las instituciones del país, el cual tiene como objetivo construir campus eficientes en el uso de recursos y energía, a través de la implementación de un Sistema de Gestión de Energía en Campus (Campus Energy Management System en inglés). Este sistema se estructura en base a 4 aspectos (Tan et. al, 2013):

1. Conocimiento el estado de la gestión ambiental de la red de universidades del país, identificando avances e iniciativas propuestas.
2. Promoción e intercambio de conocimientos entre instituciones.
3. Difusión de nuevas tecnologías e innovaciones.
4. Fortalecimiento de la gestión ambiental a través de la vinculación de las áreas organizacionales de las instituciones.

Según lo expuesto anteriormente, tanto los modelos implementados en Estados Unidos como en China demuestran que la implantación de sistemas que permitan gestionar de forma eficiente el uso de recursos, gasto energético y medición de emisiones es una forma eficaz de encontrar la sustentabilidad en las operaciones de los campus.

2.2 MARCO TEÓRICO

Dentro de la investigación y la propuesta que busca desarrollar la misma, se deben definir algunos conceptos importantes respecto al modelo de gestión que se busca proponer, por lo que es necesario definir conceptos asociados a medioambiente, gestión y organizaciones educacionales, los cuales serán planteados a continuación.

2.2.1 Cambio Climático

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), en su artículo 1, define el concepto de cambio climático como una variación en el clima con responsabilidad directa e indirecta de la actividad del ser humano que modifica la composición de la atmósfera del planeta, manifestándose en un aumento de las temperaturas medias y alterando el clima, aumentando la ocurrencia de fenómenos naturales extremos. La causa principal que ha generado el cambio climático corresponde a la quema de combustibles fósiles, principalmente el uso de carbón, petróleo y gas, los cuales debido a su excesivo uso han aumentado la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, los cuales no permiten que el calor irradiado por la Tierra sea expulsado al espacio, no permitiendo el flujo de calor, y por lo tanto aumentando la temperatura del planeta. (NASA, s.f.).

Dentro de los principales gases que contribuyen al aumento de la temperatura se encuentran los siguientes:

- **Vapor de agua:** gas de efecto invernadero más abundante, debido al calentamiento de la atmósfera.
- **Dióxido de Carbono (CO₂):** componente liberado por procesos naturales y actividad humana, principalmente en la quema de combustibles y deforestación.
- **Metano (CH₄):** gas liberado de forma natural y por la actividad humana, a través de la agricultura y la descomposición de deshechos.
- **Óxido Nitroso (NO₂):** gas producido por prácticas asociadas al uso de suelo, en especial por el uso de fertilizantes.
- **Clorofluorocarbonos (CFC):** compuestos sintéticos de origen industrial, asociados a la refrigeración y aerosoles.

Los efectos que puede generar la descontrolada emisiones de estos gases a la atmósfera en el planeta son mayoritariamente el aumento de las temperaturas en la superficie terrestre, fenómenos naturales destructivos como tormentas y huracanes, aumento de sequías, aumento del nivel de los océanos, deshielo de glaciares, desaparición de especies, riesgos para la salud de las personas y pobreza. (Organización de las Naciones Unidas, s.f.).

Dado lo anterior, la forma más concreta y eficaz de combatir el cambio climático es a través de la gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero. Para esto existe el concepto de huella de carbono, el cual será explicado a continuación.

2.2.2 Huella de Carbono

El concepto de huella de carbono representa la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios, siendo considerada como una de las herramientas más importantes para cuantificar las emisiones de dichos gases. (Espíndola y Valderrama, 2011). Esta herramienta busca medir la emisión de estos gases en términos de CO₂ equivalentes, siendo un instrumento útil de gestión para identificar acciones o conductas que contribuyen al crecimiento de emisiones de este tipo de gases, y a través de esto generar mejorar y poder utilizar los recursos de forma más eficiente.

La cuantificación de la huella de carbono es posible abordarla de diferentes enfoques o alcances, existiendo protocolos y metodologías específicas para cada uno. En particular se analizará el **enfoque corporativo**, ya que de acuerdo con el contexto de esta investigación es el más útil. El objetivo de este enfoque es medir la huella de carbono de una organización durante un periodo de tiempo, la cual para su correcta gestión divide las emisiones de gases de efecto invernadero en tres tipos de alcance. (Ministerio del Medio ambiente, s.f.). En la siguiente tabla se pueden observar estos los alcances y su descripción:

Alcance	Tipo de emisiones	Descripción
Alcance 1	Emisiones directas	Emisión de gases producto de fuentes propias o controladas por la organización. Por ejemplo: consumo de combustibles fósiles, fugas en equipos de climatización, etc.
Alcance 2	Emisiones indirectas por consumo y distribución de energía	Emisión de gases asociadas al consumo eléctrico generados por terceros.
Alcance 3	Otras emisiones indirectas	Aquellas emisiones no propias ni controladas por la organización. Por ejemplo: transporte de funcionarios, gestión de residuos, etc.

Tabla 5. División de emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo con los tipos de alcance.

Fuente: Elaboración Propia

Es importante destacar que la huella de carbono en su enfoque corporativo es utilizada como herramienta para la creación de reportes corporativos, de forma de contribuir a la gestión sustentable de la organización. Además de contribuir al desempeño de la organización frente al cambio climático, la correcta gestión de la huella de carbono permite aplicar políticas e iniciativas que se sustenten en el tiempo, aportando de esta manera al desarrollo sostenible de la organización, concepto que será revisado en el siguiente punto.

2.2.3 Desarrollo Sostenible

Al considerar que los recursos existentes en el planeta son limitados, se hace sumamente necesario aprovechar de forma sostenida en el tiempo el consumo de estos, de forma de poder garantizarlos en el futuro y no comprometer el desarrollo del futuro de la población mundial. Dado lo anterior, el concepto de desarrollo sostenible según, Strange y Bayley (2012), se define como “el desarrollo que cubre las necesidades del presente sin poner en riesgo la capacidad de las futuras generaciones de cubrir las propias”. Desde una perspectiva medioambiental, el desarrollo sostenible propone que el consumo de los recursos naturales actuales sea eficiente y sostenible en el tiempo, de forma de no terminar con el suministro de éstos y no comprometer el desarrollo de la vida humana en el planeta.

Por otra parte, el desarrollo sostenible se sustenta en tres pilares fundamentales: la sociedad, la economía y el medio ambiente. Se debe tener claridad que tanto las personas, los sistemas económicos y el hábitat están interrelacionados, siendo necesario que estos pilares trabajen que conjunto y alineados por un objetivo común. (Strange y Bayley, 2012). Una gestión eficiente de los recursos conlleva un beneficio tanto actual como futuro, impactando en las organizaciones de forma transversal, sobre todo considerando la necesidad actual de disminuir lo máximo posible el consumo excesivo de los recursos para mitigar las consecuencias climáticas, como también impactar de forma positiva los costos asociados a la operación, por ejemplo, de las instituciones de educación superior.

2.2.4 Instituciones de Educación Superior

Las instituciones de educación superior toman un rol sumamente relevante en el desarrollo de la sociedad, ya que son las responsables de formar a los futuros profesionales del mundo a través de dos funciones: la formación profesional y técnica de nivel superior, y contribuir a la investigación y el desarrollo científico y tecnológico del país. En Chile, actualmente las instituciones de educación superior se dividen en cuatro tipos: Universidades, Institutos Profesionales, Centros de Formación Técnica y Establecimientos de Educación Superior de las Fuerzas Armadas y de Orden; todas con el objetivo de garantizar el derecho a la educación y la libertad de enseñanza. (Ministerio de Educación, s.f.)

Una forma de poder evaluar el aseguramiento de la calidad de las instituciones y el cumplimiento de sus proyectos corporativos, así como verificar la existencia de mecanismos de autorregulación dentro de las mismas es el proceso de acreditación, a través de la Comisión Nacional de Acreditación (CNA-Chile), organismo encargado de promover, evaluar y acreditar la calidad de las Instituciones de Educación Superior en Chile. (Comisión Nacional de Acreditación, s.f.). Esta comisión puede acreditar a las instituciones entre 1-7 años, dependiendo de los mecanismos con los que cuenta. éstas para aseguramiento de la calidad.

El proceso de acreditación engloba 5 áreas de evaluación, de las cuales dos son obligatorias para todas las instituciones que voluntariamente quieran someterse a este proceso. Según el Reglamento sobre Áreas de Acreditación de la Comisión Nacional de Acreditación (2013), las áreas a evaluar son las siguientes:

1. **Gestión Institucional:** Área obligatoria, la cual consiste en el conjunto de políticas y mecanismos encargados de organizar las acciones y recursos de la institución, contemplando 3 aspectos: Organización y estructura organizacional, sistema de gobierno y administración de recursos humanos, materiales y financieros.
2. **Docencia de Pregrado:** Área obligatoria, la cual considera las políticas y mecanismos que aseguran la calidad de la formación de los profesionales, principalmente con el diseño y aprobación de los programas ofrecidos.
3. **Docencia de Postgrado:** Considera los planes con los que cuenta la institución respecto a la educación de postgrado, principalmente doctorado y maestría/magister.
4. **Investigación:** Actividades de búsqueda de nuevos conocimientos, contribuyendo al desarrollo científico de diversos temas o áreas de investigación.
5. **Vinculación con el medio:** Actividades asociadas a generar nexos con el medio disciplinario, artístico, tecnológico, productivo o profesional, de forma de mejorar el desempeño de las funciones institucionales.

Dado lo expuesto anteriormente, implementar un sistema de gestión que promueva el desarrollo sostenible en este tipo de instituciones es una herramienta muy importante para la acreditación de estas, sobre todo tomando en consideración el primer punto, y obligatorio, relacionado a la gestión institucional, ya que la elaboración de estrategias que hagan más

eficiente las operaciones de los campus implica un aporte significativo en este punto. Además del punto mencionado, el modelo también contribuye al punto vinculación con el medio, debido a su aporte asociado a la disminución del impacto ambiental que generan sus actividades y la contribución a la disminución de emisiones, lo que ayuda contra la crisis climática y el entorno en el que se desenvuelve la institución y su comunidad. En el siguiente capítulo se presentarán los modelos de gestión asociados a gestión de emisiones y eficiencia energética.

2.2.5 Modelos de Gestión

Uno de los propósitos que tienen las organizaciones es cumplir los objetivos que se proponen en un periodo de tiempo determinado, para lo cual debe existir algún tipo de estrategia que permitan lograr los mismos. Dado lo anterior surgen los modelos de gestión, ya que sirven como marco de referencia para la administración de una organización con el propósito de cumplir los objetivos o metas de esta.

Otra forma de conceptualizar los modelos de gestión es desde una mirada estratégica, ya que Álvarez (2017) plantea que para definir un modelo de gestión primero se debe hablar de la planeación estratégica, la cual es una visión del futuro orientada por los objetivos que permitan desarrollar un plan de acción para el cumplimiento de estos. Desde este punto de vista, se puede definir un modelo de gestión como un referente estratégico que relaciona personas, tecnología y procesos en una organización para diagnosticar, determinar mejoras, evaluar y adoptar los cambios. En la siguiente figura se pueden observar los principales elementos que se deben tener en cuenta para la creación de un buen modelo de gestión:



Figura 8. Elementos necesarios para la construcción de un modelo de gestión.

Fuente: Modelos de Gestión / Luz Fátima Álvarez

Respecto al contexto en el que se encuentra esta investigación, en relación con la gestión medioambiental, el cambio climático y el desarrollo sostenible, se analizarán dos modelos de gestión basados en las normas ISO, las cuales son normas internacionales de estandarización que buscan ayudar a las organizaciones a promover estándares homogéneos en relación con la gestión, prestación de servicios y desarrollo de productos en la industria. Dentro de esta norma se presentarán los sistemas de gestión ISO 14001, el cual está enfocado en la gestión ambiental y sustenta el programa Huella Chile, y por otro lado el sistema ISO 50001, el cual tiene relación con la gestión y el desempeño energético de una organización, el cual si es gestionado de forma eficiente permite mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. A continuación, se presentarán cada uno de estos.

Sistema de Gestión Ambiental ISO 140001

El objetivo de la norma ISO 14001 es reducir el impacto medioambiental a través de las medidas legalmente establecidas en dicha materia, esto a través de la estandarización internacional de la gestión ambiental, con el propósito de llevar a cabo sus funciones protegiendo al medio ambiente y minimizando los efectos que las actividades organizacionales pueden generar en este. (Alzate-Ibáñez et al, 2018). Dada la crisis climática que vive el planeta, resulta fundamental integrar al medio ambiente en la gestión de las organizaciones, por lo que implementar modelos de gestión ambientales resulta imprescindible para cualquier tipo de organización, ya que permite sistematizar los aspectos ambientales que generan cada una de las actividades. (AENOR, s.f.). Este modelo de gestión según la norma ISO 14001 se basa en el principio de mejora continua PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar), y su estructura se puede observar en la siguiente figura:

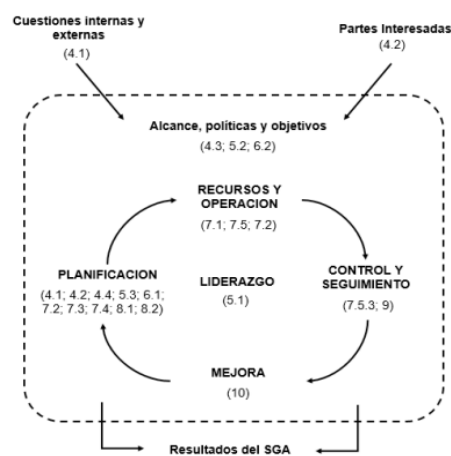


Figura 9. Estructura del modelo de gestión basado en la norma ISO 14001.

Fuente: Alzate-Ibáñez et. al. (2018)

De la figura 9 es posible observar que el modelo de gestión se alimenta de la información proveniente de las **cuestiones internas y externas** y las necesidades de las **partes interesadas**. Dicha información de entrada permite la definición de **alcances, políticas y objetivos**, los cuales sirven como base para el modelo y dejan claros qué es lo que necesita hacer y cómo se hará. Con esto el modelo pasa a un proceso iteración pasando por las etapas de **Planificación, Recursos y Operación, Control y Seguimiento y Mejora**, proceso en el cual el **Liderazgo** como eje fundamental del sistema de gestión. El proceso se itera de acuerdo con el cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente, espero obtener los resultados definidos.

Sistema de Gestión Energética ISO 50001

La norma ISO 50001 especifica los requisitos asociados al uso y consumo de la energía, con el objetivo de incrementar la eficiencia energética y la utilización de fuentes de energía renovables, esto con el propósito de disminuir la emisión de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera. (Borroto, 2013). La implementación de un sistema de gestión energética bajo la norma ISO pretende hacer más eficiente el consumo energético, ya que esta práctica permite obtener beneficios como reducir costos, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la seguridad del suministro energético, lo que implica para las organizaciones un buen negocio económico, ambiental y de seguridad energética. (Ibarra, 2011).

Al igual que la norma ISO 14001, la norma ISO 50001 también está basada en el ciclo de mejora continua PHVA, incorporando la gestión energética a las prácticas organizacionales. La estructura del sistema de gestión energética se puede observar en la siguiente figura:

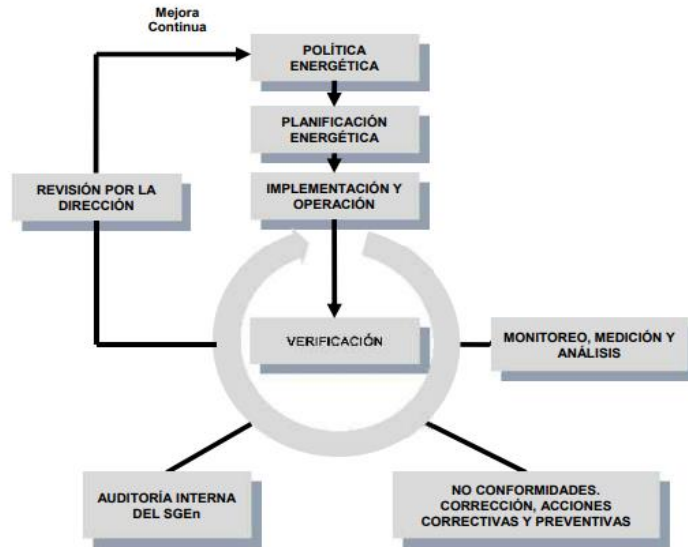


Figura 10. Modelo del Sistema de Gestión Energética ISO 50001

Fuente: Borroto A. (2013)

2.3 PROPUESTA METODOLÓGICA

Una vez presentados los antecedentes y definidos los conceptos que justifican y promueven la realización de esta investigación, el paso siguiente es definir cómo se desarrollará la misma, con el objetivo de construir una propuesta de modelo de gestión que pueda ser implementado en cualquier institución de educación superior en Chile. Para esto, la metodología a emplear constará de la realización de tres pasos sistemáticos que permitirán elaborar un modelo de gestión sustentado en el Sistema de Gestión Energética basado en la norma ISO 50001 y el programa del Ministerio del Medio Ambiente “Huella Chile”.

El **primer paso** corresponde la construcción del modelo de gestión a proponer, el cual se estructurará tomando como referencia el modelo presentado en la figura 9 del capítulo 2.2.5 del marco teórico, el cual corresponde al modelo de gestión energética propuesto por Borroto (2013). Adicional a esto, la construcción del modelo también contempla la implementación del programa Huella Chile, el cual se sustenta en la norma ISO 14000 y permitirá establecer una metodología para cuantificar y gestionar la huella de carbono de la institución y poder complementar la gestión energética que busca hacer eficiente el modelo ISO 50001. Para finalizar la construcción del modelo, se propondrá, en el caso de no existir, la creación de un departamento de sostenibilidad dentro de la institución, el cual será el

encargado de liderar la implementación de este modelo y gestionar el control y monitoreo de las acciones y políticas a definir.

El **segundo paso** de la investigación pretende cuantificar el modelo, a través de una estimación de los costos asociados que se deberán considerar por parte la institución que implemente el modelo, de forma de identificar la viabilidad económica y definir qué tipo de instituciones estarían en condiciones de implementar un modelo de estas características. Es importante considerar que esta estimación dependerá de qué estrategias implemente cada institución, las cuales dependerán de la situación específica de estas, sus objetivos organizacionales, aspectos económicos, entre otros.

El **tercer y último paso** corresponde a evaluar el impacto de la implementación del modelo de gestión propuesto en una Institución de Educación Superior, estableciendo indicadores tanto cuantitativos como cualitativos que reflejen cómo se verá afectada la institución y que beneficios y costos conlleva el modelo propuesto para la misma. En el siguiente esquema es posible observar la metodología a trabajar:

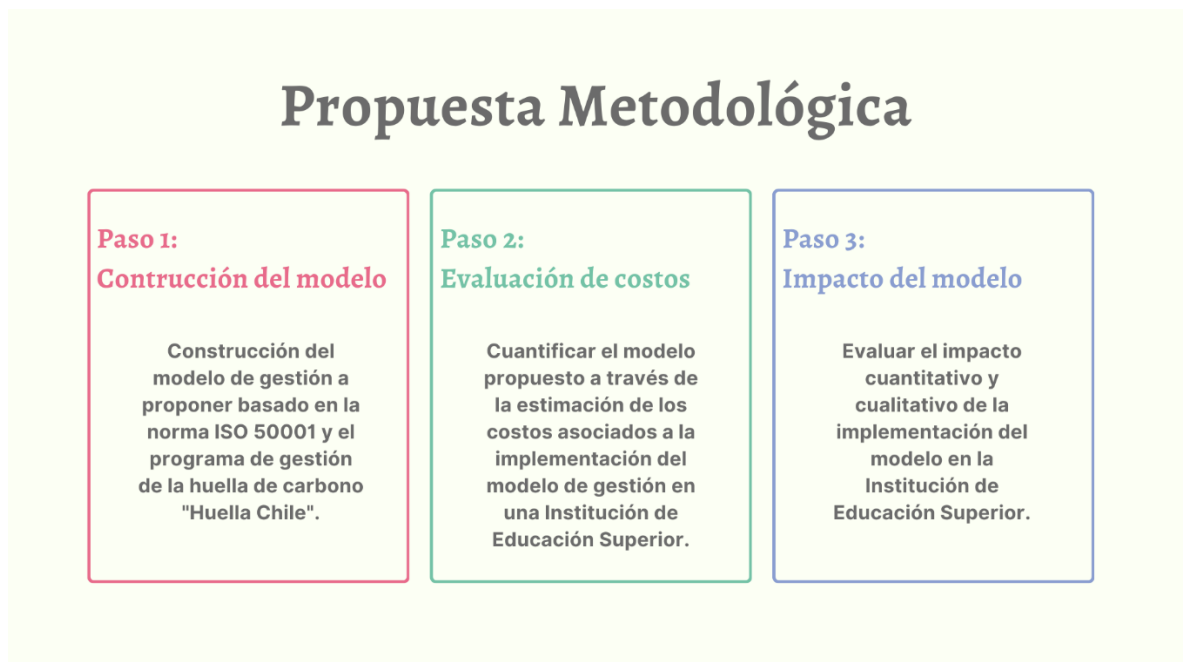


Figura 11. Propuesta metodológica para el desarrollo de la investigación.

Fuente: Elaboración Propia

3. DESARROLLO

3.1 Estructura del Modelo de Gestión

De acuerdo con lo que se ha expuesto anteriormente, el objetivo de esta investigación es proponer un modelo de gestión que promueva el desarrollo sostenible en una Institución de Educación Superior, el cual tendrá como pilares de su estructura la implementación de un Sistema de Gestión Energética según la norma ISO 50001 y, además, ejecutar el programa de gestión de la huella de carbono Huella Chile, perteneciente al Ministerio del Medio Ambiente.

La propuesta de modelo de gestión busca trabajar bajo dos áreas: la primera tiene relación con hacer más eficiente el consumo de energía eléctrica dentro de los campus, proponiendo planes estratégicos que permitan reducir el consumo energético de las instalaciones; y la segunda área busca la medición de la huella de carbono de los campus, lo que implica cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero que surgen de la operación de estos y cómo gestionar estas emisiones para su reducción. De esta forma el modelo buscará ser más eficientes energéticamente y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, siendo ambas propuestas un apoyo para lograr el desarrollo sostenible de la institución que lo busque implementar.

La estructura del modelo de gestión se divide en dos partes, quienes serán administradas por una oficina de sostenibilidad, la cual será la encargada de hacer seguimiento del modelo, midiendo, controlando y analizando las diferentes variables. Esta oficina reportará directamente a la alta dirección, generando un vínculo directo y haciendo parte del modelo a las autoridades de la institución, esto de acuerdo con la estructura organizacional que tenga la institución de educación superior que implemente el modelo. En el Anexo 6.4 es posible encontrar el diagrama de la estructura del modelo de gestión. A su vez, inicialmente se presentará la estructura del modelo, definiendo cada uno de sus componentes y cómo se relacionan con la institución. Posteriormente se presentarán los planes estratégicos que esta investigación busca proponer e implementar a través de este modelo de gestión.

3.2 Modelo de Gestión

3.2.1 Oficina de Sostenibilidad

La creación de una oficina de sostenibilidad tiene como objetivo darle independencia a la gestión sostenible de la Institución de Educación Superior, a través de un equipo que sea el encargado de llevar las iniciativas relacionadas a este ámbito. Esta oficina tendrá la misión de liderar en particular la implementación del modelo de gestión, siendo la responsable de la definición de objetivos, levantamiento de información, implementación y operación, seguimiento, monitoreo y análisis, y principalmente, siendo el principal canal de comunicación y reportería con la Alta Dirección, teniendo un rol fundamental en hacer partícipe de la gestión sostenible a las mayores autoridades de la institución. Cabe destacar que la creación de esta oficina es necesaria en el caso de que la estructura organizacional no cuente con un área de estas características, en caso contrario, se deberá acomodar según el área encargada de estos asuntos.

La estructura organizacional de la oficina de sustentabilidad constará de dos personas, un **Coordinador/a General**, quien será el líder de la oficina y el nexo con la Alta Dirección, el cual tendrá una misión estratégica, asociada a la construcción de políticas y planificación de las iniciativas sustentables, y en particular las asociadas al modelo a implementar. Además, será el encargado de reportar a la Alta Dirección todos los avances y estados de las iniciativas activas dentro de la oficina. Por último, tendrá la responsabilidad de llevar a cabo reuniones con actores internos y externos de la organización, llevando capacitaciones, comunicaciones y reuniones con proveedores.

Por otra parte, la figura del **Coordinador/a de Proyectos** tiene como objetivo llevar la implementación del modelo, siendo el encargado del levantamiento de información, la operación, seguimiento, análisis y medición. Además de estar encargado del modelo de gestión, el Coordinador/a tendrá la misión de proponer futuros proyectos asociados a la sustentabilidad, de forma de poder potenciar el área y hacer crecer la misma en materias sustentables, desarrollando nuevas iniciativas internas y promoviendo las prácticas sostenibles en la comunidad. En base a esto, la oficina no debe ser creada solamente con el propósito de administrar el modelo, sino también como una nueva alternativa para la promoción y

comunicación de la sustentabilidad dentro de la institución. En el Anexo 6.5 es posible observar el organigrama propuesto para la oficina de sostenibilidad.

3.2.2 Sistema de Gestión Energética según ISO 50001

La implementación de un sistema de gestión energética busca promover políticas para administrar de forma eficiente el consumo energético e incentivar el uso de energías renovables. Sin embargo, el enfoque y las estrategias que se deban aplicar dependerán del nivel en que se encuentre la institución respecto a la gestión energética, ya que se podrán encontrar organizaciones sin experiencias previas, como también las cuales tengan avances en esta materia. Para esta investigación en particular, se tomará el caso de Instituciones de Educación Superior sin experiencias previas.

Al tomar este caso, las primeras actividades que se deben desarrollar corresponden a lograr el compromiso por parte de la Alta Dirección, ya que contar con el apoyo de las autoridades de la institución da cuenta de la seriedad de la propuesta y también asegura la realización de las actividades a realizar dada la supervisión de estos. Posteriormente se debe identificar a las partes interesadas dentro del modelo para comprometer su aporte y realizar un levantamiento de información inicial relacionada a registros históricos de consumo y costos energéticos, tipo de fuentes de energía utilizadas, nivel de competencia y beneficios y costos de la implementación del sistema. Es importante documentar toda la información recolectada, así como también los procedimientos y procesos actuales de gestión. Por último, es importante la definición del alcance y los límites del sistema, estableciendo como alcance los tipos de actividades e instalaciones, y límites tanto físicos como organizacionales.

3.2.2.1 Política Energética

Con las actividades preliminares ya completas, la construcción del Sistema de Gestión Energética tiene como piedra base la definición de la política energética, la cual sirve como guía para la implementación, operación y mejora continua del mismo. Esta política debe ser breve y simple, de forma de que sea entendida por todos los actores, promocionando un marco de referencia para definir las metas y objetivos energéticos que se buscarán cumplir. La definición de la política energética se debe estructurar de acuerdo con 4 pilares:

1. Lograr la mejora continua del desempeño energético.
2. Aseguramiento de recursos en información para cumplir los objetivos.
3. Cumplimiento de requisitos legales respecto a energía.
4. Apoyo en la adquisición de nuevos productos o servicios que contribuyan a la eficiencia energética.

Para cerrar, es importante destacar que la política energética no debe ser impuesta, sino consensuada entre las partes interesadas para lograr el compromiso transversal de cada uno para lograr los objetivos y metas definidas.

3.2.2.2 Planificación Energética

Con la política energética ya definida, aprobada y comunicada, el siguiente paso corresponde a definir la planificación energética, lo que tiene relación con identificar los problemas u oportunidades que existen en materias energéticas, y en base a esto planear las acciones que se desarrollarán para solucionar estos problemas o aprovechar las ventajas encontradas. Este proceso de carácter técnico tiene la misión de analizar específicamente la situación actual de la institución en materia energética, focalizado en la medición y análisis de todas las actividades que tienen un efecto en el consumo energético, donde se podrán identificar los problemas u oportunidades y en base a esto, definir los objetivos y metas del sistema.

El primer paso corresponde a analizar los **requisitos tanto legales como adicionales** que impactan en la gestión energética, estando los primeros vinculados a políticas o leyes gubernamentales que regulen o definan parámetros para la gestión del consumo energético. En Chile se cuenta desde 2021 con la Ley de Eficiencia Energética, la cual busca reducir en un 10% la intensidad energética para el año 2030 (Ministerio de Energía, s.f.) y además el Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022-2026, el cual proporciona un plan estratégico para potenciar el ahorro energético. Por otro lado, los requisitos adicionales están asociados a los que la propia institución busca cumplir, los cuales pueden ser certificaciones externas, por ejemplo, bajo ISO u otro tipo.

El segundo paso y el más importante dentro del proceso de planificación corresponde a la **revisión energética**, la cual busca recolectar y analizar todos los datos disponibles, tanto

históricos, actuales y estimaciones futuras. En esta etapa se deben identificar las fuentes de energía utilizadas, análisis de consumos pasados, actuales y estimación de consumos futuros, los cuales permitirán reconocer patrones o tendencias que permitan comprender el desempeño energético. Para analizar estas tendencias se cuentan con herramientas como Diagrama de Pareto, gráficos de consumo vs tiempo, análisis de regresión, entre otros.

Posteriormente se deben identificar los usos significativos de energía, los cuales corresponden a grandes consumos energéticos y que ofrecen grandes oportunidades de mejorar su desempeño. Estos consumos son donde atacará principalmente el sistema, evaluando cual es la causa de estas grandes cantidades y evaluando las opciones que se tienen para mitigarlos, ya sea por uso excesivo, antigüedad de los equipos, etc. Para esto, la herramienta más utilizada es el Principio de Pareto, el cual selecciona como Uso Significativo de Energía el 20% de instalaciones, sistemas y equipos que representan el 80% del consumo total energético. Otras herramientas pueden ser balances energéticos, ranking por consumo, etc.

Una vez realizado el análisis propuesto en el párrafo anterior, se deben identificar las variables o factores que generan estos sobreconsumos, los cuales pueden depender de las actividades del campus, complejidad de equipos, nivel de ocupación, factores climáticos, horas de operación, entre otros. Con este análisis es posible conocer cuáles son las oportunidades de mejora para el desempeño energético y qué acciones son posibles de realizar para trabajar en la mejora de estos procesos.

El tercer y último paso de este proceso de planificación corresponde a la **definición de los objetivos y metas energéticas**, los cuales deben ir en línea con la política energética y deben ser cuantificables, medibles, alcanzables y definidos en un horizonte de tiempo. Específicamente, los objetivos buscan definir de forma general el compromiso de la institución para mejorar el desempeño energético, mientras que las metas tienen relación con los criterios con los que se medirán estos objetivos, de forma cuantificable y específica.

Para finalizar, con los objetivos y metas ya definidas y la revisión de información completa, se debe trabajar en la construcción de las actividades que se deben realizar, de acuerdo con el levantamiento previo, de forma de llevar a la práctica las potenciales oportunidades de mejora o cambios, según sea necesario.

3.2.2.3 Implementación y Operación

Con la etapa de planificación ya completa, el paso siguiente dentro del sistema de gestión corresponde al proceso de puesta en marcha de las actividades definidas, las cuales deben estar alineadas en relación con el levantamiento de información realizado previamente, las oportunidades de mejora encontradas y los objetivos y metas propuestas. Es importante destacar en esta etapa la importancia que tiene la figura de la Alta Dirección, ya que son los encargados de garantizar la asignación de recursos necesarios para llevar la operatividad del sistema dentro del modelo, siendo fundamental contar con personal, financiamiento, sistemas, servicios y equipamiento.

El proceso de implementación y operación se focaliza principalmente en la gestión de los Usos Significativos de Energía, o como se les ha mencionado también, sobreconsumos de energía, siendo los principales factores que busca atacar el sistema. Para lograr el cumplimiento de los objetivos y metas definidos se tomarán los siguientes mecanismos operativos, los cuales se profundizará a continuación.

Competencias

Una forma de asegurar que el personal a cargo de la implementación tenga las competencias necesarias, de acuerdo con las labores que tenga que realizar. En particular, las personas encargadas deben contar con la formación para gestionar, planificar, evaluar y analizar el sistema como tal. Una forma de asegurar estas competencias es a través del proceso de selección que tenga el área de recursos humanos para definir a los colaboradores que se desempeñarán como Coordinador/a General y Coordinador/a de Proyectos. Además, se ofrecerán capacitaciones con organismos expertos y también las planificadas por el programa Huella Chile, del cual se hablará más adelante. Dentro de las capacitaciones, es necesario incluir a las personas operativas y de mantenimiento, quienes son los usuarios de los equipos.

Comunicación

La implementación de un sistema de gestión energética conlleva un cambio en la cultura organizacional, ya que implica cambiar formas en las que se realizan ciertas actividades de forma permanente, por lo que es fundamental que los cambios se informen de forma clara y transversal para toda la comunidad institucional, de lo cual deben ser

responsables la oficina de sustentabilidad y el área de comunicaciones de la institución respectiva.

Para comunicar los cambios propuestos en el sistema e ir informando a la comunidad de los avances que se vayan obteniendo, se puede trabajar implementando jornadas de sustentabilidad, talleres de mejoras prácticas energéticas, boletines informativos periódicos, esto con la idea de mantener al tanto a todos los actores de la institución de forma transversal y profundamente, para obtener los cambios que se requieren.

Documentación

La documentación corresponde a una forma clave para la operación del sistema de gestión, ya que permite asegurar el correcto funcionamiento de los procesos y a la vez generar información que permita analizar y proporcionar evidencias para el futuro. Dentro de la documentación se pueden encontrar los **documentos**, los cuales brindan información respecto a qué y cómo se hacen ciertos procesos o actividades, mientras que los **registros** tienen relación con información pasada.

Control Operacional

El objetivo del control operacional es lograr que los procesos, instalaciones o equipos que impactan de forma importante en el consumo energético de la institución sean controlados y mantenidos de forma frecuente para asegurar su correcto funcionamiento y desempeño eficiente dentro de sus funciones, esto de acuerdo con los objetivos y las actividades operativas definidas en etapas previas y estableciendo. Este control se puede desarrollar estableciendo criterios eficaces de operación y mantención, los cuales pueden ser planes de mantención preventivos para los equipos, control automático a través de sensores, supervisión de las actividades operativas, análisis de datos, entre otros.

Diseño

Para el desarrollo de futuros proyectos que tengan o no que ver con el desempeño energético eficiente, la norma ISO establece que la gestión energética debe ser parte del diseño de estos proyectos, teniendo en cuenta este tema para, por ejemplo, la adquisición de equipos, modelamiento de nuevos procesos o búsqueda de nuevas oportunidades de mejora.

Adquisiciones

El sistema establece que la organización es responsable de definir las especificaciones respecto a la adquisición de la energía que se utilizará para la operación diaria, en la que se puede detallar la calidad, fuente, costo, impacto, disponibilidad. Además, se debe tener claridad cuáles son los criterios utilizados para adquirir equipos con mejor desempeño energético, evaluando proveedores, servicios, etc. Estos criterios pueden ser técnicos, económicos, ambientales, sociales, según sea definido.

3.2.2.4 Seguimiento y Análisis

En paralelo a la implementación y operación del modelo de gestión, la norma exige a la institución un mecanismo de seguimiento, medición y análisis de acuerdo con el tamaño y complejidad de la organización, de forma tal de poder medir el desempeño energético y así asegurar el cumplimiento de los objetivos y metas definidos en la etapa de planificación.

El plan de acción para asegurar el cumplimiento de los objetivos debe haber sido establecido previamente en la etapa de planificación, definiendo métodos de medición, frecuencia de medición y recolección de datos, análisis estadístico, responsables de la ejecución e indicadores de desempeño. Uno de los principales elementos que se debe contemplar para el análisis de la información obtenida corresponde a la determinación de los criterios de aceptación y niveles de variabilidad permitidos, esto con el objetivo de definir la necesidad de intervenir o no los planes de acción para corregir o prevenir.

Contar con un sistema de medición y análisis es clave para saber cómo se está comportando el sistema de gestión, evaluando si está teniendo el efecto esperado y si las actividades definidas en etapas previas se están realizando según lo planificado, obteniendo información valiosa para identificar problemas y corregirlos a tiempo, teniendo en cuenta que el no reconocimiento de malas prácticas o fallas que son responsabilidad de la propia institución pueden ser irreversibles si no son modificadas a tiempo.

3.2.2.5 Auditorías Internas

Uno de los aspectos relevantes dentro de la mejora continua corresponde a la identificación de variables que repercuten en el desempeño de ciertos procesos o actividades

que pueden mermar el cumplimiento de los objetivos. La existencia de no conformidades implica que la institución no está haciendo lo que definió previamente, generando diferencias que si no se atacan a tiempo pueden significar el fracaso del sistema y, por ende, el no cumplimiento de los objetivos definidos inicialmente.

El proceso de auditoría busca la comparación entre las condiciones actuales y las esperadas, y con esto determinar si existen conformidades o no conformidades, según lo que el proceso indique. Esto conlleva que siempre se encontrarán hallazgos por parte del auditor, los cuales pueden ser de carácter positivo (conformidades) como negativos (no conformidades), siendo necesario trabajar en la mejora de los hallazgos negativos que pueden repercutir en el desempeño del sistema de gestión. Para la norma la auditoría interna es un elemento fundamental para la evaluación del cumplimiento de los requerimientos definidos en el proceso de planificación, entregando resultados respecto a la efectividad de la implementación y operación de las estrategias propuestas por el sistema y evaluando el desempeño de este, de forma de conocer qué tan cerca o lejos se encuentra la institución de obtener los resultados planteados en el inicio del proyecto.

Este proceso es clave para conocer si el sistema está cumpliendo las expectativas esperadas, si está satisfaciendo las necesidades de la institución, si está teniendo el impacto esperado y determinar si se deben realizar cambios en la implementación y operación, todo con el objetivo de identificar potenciales oportunidades de mejora. Además, la norma indica que este proceso se debe realizar de forma frecuente, estableciendo cronogramas y planes según un horizonte de tiempo determinado y considerando los procesos y áreas fundamentales para la obtención de los resultados esperados. Los resultados de la auditoría interna permitirán a la institución definir qué acciones definir para mitigar las no conformidades identificadas, las cuales dependerán del proceso que impacten y la magnitud de éstas.

3.2.2.6 Acciones Correctivas y Preventivas

De acuerdo con los resultados entregados por el proceso de auditoría interna se debe trabajar en los resultados negativos identificados, los cuales tendrán un efecto negativo en el sistema y pueden mermar el efecto que se busca obtener con la implementación del sistema de gestión. Para prevenir este efecto negativo es fundamental contar con un plan de acción que permita implementar acciones correctivas y preventivas, esto con la necesidad de trabajar de

forma inmediata en no conformidades que mermen el cumplimiento de objetivos y lleven al fracaso del sistema de gestión.

Las acciones correctivas consisten en atacar la no conformidad una vez identificada y la cual ya está generando efectos negativos en los procesos actuales, mientras que las acciones preventivas buscan anteponerse a futuras desviaciones y prevenir la generación de nuevas mermas en los procesos o actividades. En este proceso es importante la comunicación y el flujo de información que entrega el seguimiento y análisis de la operación, los cuales dependerán de los datos obtenidos, el personal encargado de la operación y de la alta dirección de la organización.

Tanto con la implementación de acciones correctivas y preventivas si busca gestionar los riesgos que conllevan las operaciones dentro de los campus, ya que sin estas medidas se pueden comprometer las actividades académicas de la comunidad e impactando de forma negativa el desarrollo de todos los participantes dentro de la institución.

3.2.2.7 Revisión Alta Dirección

El involucramiento de la Alta Dirección es clave para el proceso de mejora continua, ya que las mayores autoridades tienen la responsabilidad de actuar y tomar decisiones apropiadas para asegurar el éxito del sistema de gestión y del desempeño energético dentro de la institución.

La información que recibe la alta dirección proviene de los procesos de seguimiento, análisis y auditoría interna, los cuales entregan las oportunidades de mejora y/o no conformidades identificadas y, además, las acciones correctivas y preventivas propuestas. Estas acciones deberán ser autorizadas por las autoridades responsables del sistema de gestión y tomar las decisiones pertinentes de acuerdo con los cambios que se busca lograr, siempre con el objetivo de lograr a efectividad del sistema. Para esto se deben tener en cuenta las interrogantes como:

- ¿En qué estado se encuentra el sistema?
- ¿Cuáles son las no conformidades identificadas?
- ¿Qué acciones se deben realizar para corregir los no conformidades?

Una vez la alta dirección tenga conocimiento de las no conformidades identificadas y los planes de acción propuestos para mitigar las mismas, se debe realizar una revisión de la información para definir cuáles serán las medidas a implementar para generar las modificaciones necesarias que contribuyan a mejorar el desempeño de los procesos implicados, y con esto asegurar la mejora continua y la efectividad del sistema dentro de la organización. Con esto es posible tomar las decisiones necesarias según lo que se requiera y se da por cerrado el ciclo P-H-V-A, iniciando nuevamente el ciclo según las nuevas determinaciones que la alta dirección decida implementar.

3.2.3 Programa Huella Chile

Como se mencionó en el capítulo Antecedentes, el programa Huella Chile impulsado por el Ministerio del Medio Ambiente, tiene como principal objetivo incentivar a las organizaciones públicas y privadas a cuantificar, reportar y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero que generan las actividades. Huella Chile entrega de forma gratuita a las organizaciones interesadas una herramienta de cálculo de emisiones, canales de difusión para el reporte de sus emisiones, apoyo técnico, capacitaciones y reconocimiento a través de la entrega de logos dependiendo del nivel de gestión alcanzado. El único costo involucrado en este proceso corresponde a la declaración de verificación de la información entregada al programa, la cual depende de un organismo externo certificado por el mismo Ministerio.

Dentro del modelo de gestión propuesto, la implementación de “Huella Chile” en la Institución de Educación Superior busca medir la huella de carbono de las actividades presenciales de su o sus instalaciones físicas, dependiendo de la cantidad de campus con los que cuenta la institución, y con esto conocer qué actividades son las que más emisiones de gases de efecto invernadero son liberadas hacia la atmósfera, para así desarrollar planes de acción que permitan mitigar y disminuir en el corto y mediano plazo la cantidad de CO₂eq liberado, y, en el largo plazo, llegar a ser carbono neutral para el año 2050, objetivo establecido por la Estrategia Climática de Largo Plazo del Estado de Chile. A continuación, se detallarán las acciones que debe desarrollar una Institución de Educación Superior para implementar el programa y qué objetivos definir.

3.2.3.1 Registro de Participación

El primer paso para aplicar a este programa corresponde al registro de participación por parte de la organización, en este caso de la Institución de Educación Superior interesada en implementar el programa, a través del envío de una carta de intención y compromiso voluntario al correo huellachile@mma.gob.cl. El formato de la carta se puede observar en el Anexo 6.6.

Posterior al envío, se debe solicitar el acceso al sistema sectorial “huella de carbono” en el Sistema Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes de Chile (RETC por su sigla), al cual se puede ingresar en el siguiente enlace: <http://vu.mma.gob.cl>. Con esto, el registro queda completo y la institución podrá iniciar el proceso de cuantificación, a través de la herramienta de cálculo de emisiones entregada por el mismo programa.

3.2.3.2 Cuantificación de Gases de Efecto Invernadero

El proceso de cuantificación tiene como objetivo realizar las primeras mediciones de emisiones de gases de efecto invernadero por parte de la institución y conocer cuál es la huella de carbono de esta, es decir, la cantidad de gases de efecto invernadero que liberan hacia la atmósfera sus actividades. Para esto, de forma previa se deben definir cuatro elementos para iniciar la cuantificación a través de la herramienta de cálculo:

1. **Periodo de Reporte:** La herramienta considera el año calendario como periodo de reporte, por lo que se debe establecer como “año base” el año el cuál se realizará la cuantificación.
2. **Definición de Límite Organizacional:** Corresponde al alcance del cálculo de emisiones, determinando qué instalaciones serán medidas. Esto dependerá si la institución es propietaria de todas sus operaciones, o bien, cuenta con participación en otras organizaciones. Para el segundo caso, el alcance se define de acuerdo con dos enfoques:

- Participación accionaria, contabilizando las emisiones de acuerdo con la proporción de su estructura accionaria.
 - Control financiero u operativo, contabilizando el total de sus emisiones atribuibles a las operaciones sobre las cuales ejerce control financiero y operativo, independiente si son desarrolladas por otra empresa.
3. **Definición de Límite Operacional:** Corresponde a la determinación de emisiones directas e indirectas que son propiedad o están bajo control de la Institución, estableciendo qué operaciones y fuentes generan emisiones directas e indirectas, y qué fuentes indirectas deben ser consideradas en el reporte.
4. **Identificación de Alcances y Categorías:** Corresponde a la definición de tipos de emisiones que existen, de acuerdo con la norma ISO 14064-1. Se establecen tres tipos de alcances:
- **Alcance 1:** Emisiones directas generadas por fuentes de propiedad de la institución o controladas por ella, dentro de las cuales se incluyen las emisiones que provienen de fuentes de combustión fija o estacionaria (generadores, hornos, calderas, etc.), combustión móvil (compra de combustible para vehículos propios o controlados por la institución), emisiones por procesos específicos que son propiedad o controlados por la institución, emisiones fugitivas (escape de hidrofluorocarbonos en equipos de climatización y/o refrigeración) y carbono biogénico (cambio de uso de suelo, cosechas, incremento de masa arbórea).
 - **Alcance 2:** Emisiones indirectas producto de la generación de electricidad de entrada, calefacción o vapor adquirida y utilizada de forma propia (fuentes de energía renovables tales como: energía solar, eólica, etc.)
 - **Alcance 3:** Otras emisiones indirectas que son consecuencia de las actividades de la institución, pero no ocurren en fuentes no controladas por la institución según la definición del Alcance 1.

Una vez definidos los elementos mencionados anteriormente, el siguiente paso corresponde a realizar el registro de datos en la herramienta de cálculo, a la cual es posible

acceder a través del enlace del Sistema Ventanilla Única mencionado anteriormente. Esta herramienta permite ingresar la información de acuerdo con el tipo de alcance, lo cual dependerá de la Institución en particular de acuerdo con el tipo de operaciones y actividades con las que cuente.

Una vez ingresada la información a la herramienta de cálculo, el siguiente paso corresponde a la generación del reporte de gases de efecto invernadero según el año de operación, el cual se basa en los datos ingresados y los factores de emisión definidos por la institución. Este reporte en formato Excel entrega la siguiente información:

- Identificación del Establecimiento.
- Datos de Actividad según tipo de alcance.
- Factores de Emisión según tipo de alcance.
- Reporte de Emisiones anuales en CO₂eq (en toneladas) de cada una de las fuentes ingresadas según tipo de alcance.
- Análisis de las principales Fuentes de Emisión con su porcentaje de participación.
- Incertidumbre total y por Fuente de Emisión, según el tipo de alcance.

Con el reporte ya generado, ya es posible iniciar el proceso de reconocimiento, para obtener la primera certificación por parte del programa correspondiente al Logo de Reconocimiento de Cuantificación, de acuerdo con las siguientes etapas:



Figura 12. Etapas para la obtención del sello de reconocimiento de cuantificación de gases de efecto invernadero.

Fuente: Programa Huella Chile.

La primera etapa de este proceso corresponde a la elaboración del informe de cuantificación, el cual debe ser completado según el formato definido por el propio programa y con la información obtenida del reporte entregado por la herramienta de cálculo previamente.

Posteriormente, se debe contactar a un verificador externo que confirme la veracidad de la información obtenida y entrega una declaración de verificación, comprobando que el cálculo de emisiones realizado es el correcto.

Por último, para la obtención del reconocimiento se deben enviar los documentos señalados anteriormente, es decir, informe de cuantificación, declaración de cuantificación y declaración de verificación vía correo electrónico a huellachile.@mma.gob.cl. Con esto, Huella Chile debe entregar el Logo de Reconocimiento de Cuantificación a la Institución.



Figura 13. Sello de reconocimiento de cuantificación de gases de efecto invernadero.

Fuente: Programa Huella Chile.

3.2.3.3 Reducción de Gases de Efecto Invernadero

Una vez terminado el proceso de cuantificación y con la obtención del logo de reconocimiento asociado, el siguiente paso dentro de la gestión de la huella de carbono corresponde a la realización de acciones para reducir la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero cuantificada en el proceso anterior. Para esto, el programa propone la implementación de proyectos que permitan reducir la emisión de gases, o bien aumentar las remociones de gases de efecto invernadero, los cuales estarán relacionados a actividades que permitan realizar acciones de mitigación de los factores más importantes identificados en el proceso de cuantificación.

Los proyectos que se implementen para mitigar las emisiones cuantificadas previamente dependerán de los factores identificados en la etapa anterior, los cuales serán específicos para cada tipo de institución. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, los proyectos pueden ser de dos tipos: Existen los proyectos asociados a reducción de emisiones,

los cuales corresponden a proyectos no naturales, es decir, reducciones asociadas a cambios de procesos, equipos, tecnologías, etc. Por otro lado, los proyectos naturales tienen relación con acciones para aumentar la remoción de gases, los cuales corresponden principalmente a proyectos asociados a reforestación y uso de suelo, herramientas con las que se cuenta para captar más gases de efecto invernadero.

Una vez definidos los proyectos a implementar y los objetivos propuestos para cada uno de estos, se debe establecer la línea base del proyecto, la cual corresponde a una referencia cualitativa para comparar la situación actual versus la situación esperada. El objetivo de esta línea base es poder comparar de forma cualitativa el efecto que tendrá el proyecto propuesto, hacer seguimiento de este y analizar los resultados obtenidos en el periodo estipulado.

Dado lo anterior, el proceso para obtener el Logo de Reconocimiento por Reducción se realiza de forma similar al proceso anterior, teniendo en cuenta que para obtener este nuevo logo se debe considerar lo siguiente:

1. Implementar las acciones de mitigación definidas posteriormente al proceso de cuantificación.
2. Obtener los resultados esperados de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
3. Envío del informe y declaración de reducción de gases de efecto invernadero al Programa “Huella Chile” de acuerdo con el formato establecido.
4. Obtener la verificación de la información obtenida a través de un verificador externo.

Una vez enviada la información, el programa evaluará los datos entregados y definirá si la institución cumple con los requisitos establecidos para entregar el logo de reconocimiento, de ser así, la institución obtendrá el sello, sino entregará la retroalimentación para realizar los cambios necesarios y optar nuevamente a la certificación.



Figura 14. Sello de reconocimiento de reducción de gases de efecto invernadero.

Fuente: Programa Huella Chile.

3.2.3.4 Neutralización de Gases de Efecto Invernadero

De acuerdo con la estructura del programa “Huella Chile”, al obtener el logo de Reconocimiento por Reducción de emisiones es posible realizar acciones para lograr la neutralización de gases de efecto invernadero, concepto el cual puede observarse desde dos aristas. La primera arista tiene relación con entender el concepto de neutralización de emisiones desde el estado, el cual hace referencia a lograr un equilibrio entre la cantidad de emisiones y la cantidad de remociones de gases, lo cual está dentro de los compromisos que adoptó Chile en su Contribución Determinada a Nivel Nacional, pero en el largo plazo, como máximo para el año 2050. Sin embargo, desde el aspecto organizacional, este objetivo no es logvable en el corto plazo y por lo mismo se deben generar propuestas para obtener resultados asociados a neutralización en el menor tiempo posible.

Para las organizaciones, la segunda arista del concepto de neutralización es la que es posible aplicar. Esta segunda arista define la neutralización de gases de efecto invernadero como el equilibrio entre las emisiones y la compra de créditos de carbono, los cuales corresponden a proyectos externos a la organización que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero fuera del alcance de la organización, los cuales se encuentran certificados y validados por organismos internacionales, como por ejemplo el **programa Mecanismo de Desarrollo Limpio** de la Organización de Naciones Unidas o el programa **Verified Carbon Standard** de la ONG norteamericana Verra Standard. Es importante destacar que estos créditos de carbono se definen como 1 tonelada de CO₂eq reducida a través de estos proyectos de mitigación.

Teniendo claridad del concepto a nivel organizacional, una forma eficaz de ser neutrales en la emisión de gases de efecto invernadero es la compra de estos créditos de carbono, de acuerdo con el nivel de emisiones que reporte la institución a través del programa. Actualmente el precio de un crédito de carbono se está tranzando entre US\$2/tCO₂eq y US\$4/tCO₂eq.

Una vez definida la herramienta para lograr ser carbono neutral, la institución podrá optar a ser reconocida por el programa “Huella Chile” a través de un proceso similar para la obtención de los demás sellos, con la diferencia que esta vez no es necesaria la verificación de la información obtenida por parte de un verificador externo, ya que en este proceso se solicitará el certificado que acredita la compra de los créditos de carbono equivalentes al nivel de emisiones cuantificado por el reporte. Para la obtención del sello de reconocimiento de Neutralización se deben cumplir los siguientes requisitos:

1. Enviar informe y declaración de neutralización de gases de efecto invernadero a través del reporte entregado por la herramienta de cálculo y el formato de informe definido por el programa.
2. Comprar créditos de carbono de **proyectos nacionales** certificados internacionalmente de acuerdo con el nivel de emisiones declarado.
3. Entregar certificado que acredite la compra de los créditos de carbono mencionados en el apartado anterior.

Una vez enviada la información solicitada por “Huella Chile” y cumpliendo los requisitos mencionados, la institución estará en condiciones de ser certificada con el sello de reconocimiento de Neutralización de gases de efecto invernadero.



Figura 15. Sello de reconocimiento de neutralización de gases de efecto invernadero.

Fuente: Programa Huella Chile.

3.2.3.5 Excelencia en la Gestión de Gases de Efecto Invernadero

Dentro del proceso de certificación que entrega el Programa “Huella Chile” de al nivel de gestión de gases de efecto invernadero alcanzado por la institución, el mayor reconocimiento que puede recibir una organización corresponde al sello por Excelencia en la Gestión de gases de efecto invernadero, el cual busca reconocer a las organizaciones por la gestión de emisiones, ya sea reduciendo o neutralizando, y además identificando atributos dentro de la misma que le den el estatus de Excelencia.

Para la obtención de este sello de reconocimiento, la institución ya debe ser reconocida al menos con el sello de reducción, de acuerdo con los requisitos mencionados en ese capítulo respecto a las acciones definidas e implementadas para reducir la emisión de gases de efecto invernadero, o bien contar con el sello de neutralización mencionado en el capítulo anterior. Adicional a esto, la institución deberá cumplir en paralelo con al menos cuatro de los siguientes atributos asociados a la gestión de la institución.

Atributo	Descripción
Compromiso	Contar con políticas o estrategias de cambio climático con objetivos claros y específicos para mitigación.
Cooperación	Desarrollo de proyectos o acciones de cambio climático con más organizaciones, liderando este tipo de gestiones.
Sensibilización	Iniciativas de comunicación y difusión asociadas al cambio climático.
Co-beneficios ambientales	Desarrollo de proyectos o acciones que contribuyan en la reducción y/o uso eficiente de recursos naturales.
Mejora Continua	Implementar sistemas de gestión de GEI, siendo recomendados los modelos bajo la norma ISO.
Neutralización	Contar con el sello de reconocimiento de Neutralización de gases de efecto invernadero.
Género	Contar con política asociada a la equidad de género.

Tabla 6. Listado de atributos que debe cumplir la institución para optar al sello de reconocimiento de Excelencia en la Gestión.

Fuente: Elaboración Propia

Como se mencionó, para lograr la obtención de este último sello la institución debe contar con el sello de Reducción y/o el de Neutralización, además de enviar el informe de cuantificación de emisiones y la declaración de esta. La realización de una verificación por parte de un verificador dependerá de si la institución cuenta con el sello de Neutralización o no, considerando que teniendo este sello solo se necesita el certificado de acreditación de la compra de créditos de carbono. Una vez enviada la información y si el Programa “Huella Chile” valida el cumplimiento de los requisitos, la institución podrá obtener el sello de Reconocimiento de Excelencia en la Gestión de gases de efecto invernadero.



Figura 16. Sello de reconocimiento de excelencia en la gestión de gases de efecto invernadero.

Fuente: Programa Huella Chile.

3.3 Propuesta de Estrategias a Implementar

Una vez explicada la estructura del modelo de gestión, el paso siguiente corresponde a definir las estrategias para llevar a cabo la implementación del modelo en una Institución de Educación Superior, destacando que estas estrategias dependerán del contexto particular que viva la presente y los objetivos organizacionales que tenga la propia institución en materia ambiental.

Como estrategias se entenderán el conjunto de acciones que ayudarán a la toma de decisiones con la finalidad de cumplir los objetivos definidos por la Institución, las cuales permitirán implementar el modelo de gestión propuesto por esta investigación y así apoyar el desarrollo sostenible de la Institución de Educación Superior. Para esto, las estrategias serán presentadas de acuerdo con la estructura presentada del modelo, el cual se compone de la

implementación de un sistema de gestión energética basado en la norma ISO 50001 y de la puesta en marcha del programa de gestión del carbono “Huella Chile”.

3.3.1 Estrategias Por Implementar en el Modelo de Gestión

Considerando la estructura de modelo planteada en el capítulo 3.2.2, a continuación, se presentarán las estrategias propuestas por esta investigación para la implementación del sistema en una Institución de Educación Superior. Es importante destacar que para estas estrategias se considerará un tamaño de referencia de la institución aproximado de 14.000 alumnos, tamaño el cual ha sido calculado de acuerdo con una muestra de 13 Instituciones de Educación Superior Iberoamericanas, las cuales han medido sus emisiones de gases de efecto invernadero entre 2014 y 2019, obteniendo en promedio emisiones de aproximadamente 11.000 toneladas de CO₂eq.

▪ **Política Energética**

Dado que la política energética busca definir el objetivo general de la implementación del sistema de gestión energética en la institución, se proponen la política debe estar ligada a los siguientes compromisos:

- Reducir del consumo energético en sus instalaciones.
- Lograr la mejora continua del desempeño energético.
- Asegurar la implementación de acciones para mejorar el desempeño energético.
- Promover la utilización de energías renovables en sus instalaciones.
- Garantizar la adquisición de bienes o servicios que apoyen la eficiencia energética de sus operaciones.

▪ **Planificación Energética**

El proceso de planificación como se mencionó anteriormente busca identificar problemas u oportunidades de mejora dentro de las operaciones de la institución, a través del levantamiento de información asociado a los niveles de consumo y la identificación de los Usos Significativos de Energía (USE). Dado que este proceso consta de tres pasos, se presentarán las estrategias propuestas de acuerdo con cada uno de estos.

1. Requisitos Legales y Adicionales:

En este punto se deben analizar los aspectos legales y adicionales asociados a gestión energética que se encuentran en funcionamiento actualmente en Chile. Respecto a lo legal, en Chile se promulgó el año 2021 la Ley N°21.305 Sobre Eficiencia Energética, la cual tiene por objetivo reducir en al menos un 10% la intensidad energética para 2030 respecto a 2019, y en su artículo 2° establece que las Organizaciones deberán implementar un Sistema de Gestión de Energía que cubra al menos un 80% del consumo eléctrico total, lo cual será auditado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Respecto a los requisitos adicionales, estos tienen relación como la opción de optar a certificaciones de acuerdo con el nivel de gestión obtenido. Para esto se propone analizar los requisitos para optar a la certificación ISO-50001 entregada AENOR (Asociación Española de Normalización), entidad líder en certificación de gestión internacional. Para optar a la certificación según el organismo, la institución debe cumplir con los siguientes requisitos: Cumplimiento de requisitos legales, Liderazgo de la Dirección, Sensibilización de los trabajadores, Análisis de Riesgos y Oportunidades, Planificación Energética y Documentación.

2. Revisión Energética:

Este proceso dentro de la planificación busca identificar las oportunidades de mejora dentro de las actividades y operaciones que lleva a cabo la institución, recolectando información respecto a los consumos históricos, actuales y estimando los consumos futuros de energía. Respecto a la recolección de data histórica y actual, esta se debe realizar de acuerdo con los registros pasados que se tengan a través de cuentas de electricidad, facturas y otro tipo de documentación. Por otro lado, los consumos futuros pueden estimarse a través de herramientas como regresión lineal, identificación de tendencias y patrones o estacionalidad de los datos.

Una vez teniendo la data necesaria, se deben analizar los Usos Significativos de Energía (USE) dentro de la operación, lo cuales corresponderán a las mayores cantidades de energía eléctrica utilizada en procesos específicos de la institución, los cuales pueden ser iluminación del campus, uso de equipamiento de climatización, uso de equipos de laboratorio, entre otros. El objetivo de este análisis es identificar que oportunidades de mejora se pueden encontrar en estos procesos, a modo de poder realizarlos de forma más eficiente

energéticamente. Una herramienta útil para este análisis corresponde al Principio de Pareto, el cual define a los USE como el 20% de instalaciones, sistemas y equipos que representan el 80% del consumo total energético.

3. Objetivos y Metas

Con la revisión energética ya realizada, el último paso de la planificación energética corresponde a la definición de los objetivos y metas de la implementación del Sistema de Gestión Energética dentro de la Institución de Educación Superior, los cuales deben estar alineados con la política energética definida previamente. De acuerdo con esto, se proponen los siguientes objetivos y metas:

- “Reducir el consumo energético de las instalaciones en un 40%”.
- “Implementar al menos 4 planes estratégicos para reducir el consumo energético”.
- “Lograr la certificación del Sistema de Gestión según la norma ISO 50001”.
- “Asegurar la adquisición de equipos certificados en eficiencia energética”.

▪ **Implementación y Operación**

De acuerdo con la estructura de implementación y operación del sistema de gestión presentada anteriormente, se proponen las siguientes estrategias para implementar el sistema dentro de la institución.

1. Competencias

De acuerdo con el organigrama presentado en el Anexo 6.5, dentro de los conocimientos y habilidades con las que deben contar los responsables a cargo de la implementación del sistema de gestión, principalmente el/la Coordinador/a General y el/la Coordinador/a de Proyectos se destacan las siguientes:

- Contar con formación profesional asociada a ingeniería y/o gestión ambiental.
- Pensamiento analítico y capacidad de planificar y gestionar.
- Habilidades comunicativas.
- Compromiso con el medio ambiente.

Adicional a esto, se propone la elaboración de planes de capacitación asociados a las iniciativas que se vayan a implementar por parte de la institución, por ejemplo: Capacitación

Norma ISO 50001, Programa de involucramiento al sistema de gestión energética, Capacitaciones de uso de nuevos equipos.

2. Comunicación

Al considerar que la implementación del sistema conlleva un cambio en la cultura organizacional de la institución, ya que se busca cambiar la forma de hacer las cosas en pro de un mejor desempeño energético, es fundamental contar con instancias de información y dialogo con la comunidad. Dado lo anterior, se proponen las siguientes herramientas comunicativas:

- Jornadas de sustentabilidad para la comunidad.
- Talleres de mejores prácticas energéticas.
- Boletines de información sustentable periódicos.
- Información de iniciativas a implementar

3. Documentación

Es importante para el sistema de gestión contar con la documentación necesaria para que los procesos de desarrollen de acuerdo con lo estipulado inicialmente. En ese aspecto se deben establecer documentos y registros que apoyen la implementación y operación del sistema dentro de la institución. Dentro de los documentos, se propone la generación de los siguientes:

- Instructivos y Procedimientos de los procesos asociados al sistema de gestión energética.
- Hojas de trabajo para monitorear las operaciones dentro de la institución.
- Diagramas de flujo de los procesos con mayores Usos Significativos de Energía.

Respecto a los registros, se proponen los detallados a continuación:

- Planillas que consoliden la información entregada por las mediciones hechas.
- Reportes de desempeño energético.
- Base de Datos histórica del consumo energético de la institución.

4. Control Operacional

Para verificar que los procesos con mayor impacto, es decir, con mayor Uso Significativo de Energía, funcionen de forma correcta y no generen fallas que puedan mermar el funcionamiento de las actividades, así como también afectar el cumplimiento de los

objetivos propuestos, se debe contar con un sistema de control que permita identificar cualquier tipo de anomalía en el funcionamiento del sistema. Para eso se pueden establecer las siguientes actividades:

- Análisis de los consumos obtenidos de forma periódica.
- Revisión periódica de los equipos de iluminación.
- Mantenimiento de los equipos de climatización y de laboratorios.
- Uso de sensores para alertar sobre consumos de energía.

5. Diseño

Para el modelamiento de nuevos procesos o la implementación de nuevos proyectos, es necesario que la gestión energética sea un factor dentro del diseño de estos, debiendo considerar la eficiencia en el consumo energética como una variable más. Esto se ejemplifica al considerar, por ejemplo, definir actividades que impacten lo menor posible el consumo eléctrico, usando menos equipos con alto consumo, priorizando trabajar con energías renovables y no con combustión, fomentar el reciclaje y el uso de materiales no contaminantes, etc.

6. Adquisiciones

La Institución de Educación Superior debe definir sus adquisiciones desde el punto de vista de la gestión energética, preocupándose desde el suministro eléctrico hasta los bienes y servicios que permiten el funcionamiento de las operaciones dentro de sus instalaciones. A partir de esto, por ejemplo, la adquisición de energía eléctrica puede ser una combinación entre el Sistema Eléctrico Nacional y la instalación de una planta generadora de electricidad a través de energías renovables, como paneles fotovoltaicos, además de verificar que los equipos de iluminación, climatización, equipos de laboratorio y transporte cuenten con certificaciones asociadas a eficiencia energética.

▪ **Seguimiento y Análisis**

Como se mencionó, una forma de asegurar la mejora continua en el sistema de gestión es a través de la verificación de cómo se están realizando las actividades definidas para la implementación del sistema. Para esto, una estrategia para realizar analizar lo esperado versus lo obtenido es establecer indicadores que vayan cuantificando la gestión en tiempo real, por ejemplo:

- Porcentaje de variación entre Consumo eléctrico actual y Consumo Eléctrico Esperado.

$$Var_{consumo} = \left(\frac{Consumo_{actual}}{Consumo_{esperado}} \right) * 100$$

, donde si el porcentaje es mayor a 100%, el consumo actual será mayor al esperado y por lo tanto se deberán tomar medidas para mitigar esta diferencia.

- Porcentaje de cumplimiento de iniciativas propuestas.

$$Cump_{iniciativas} = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de Iniciativas Implementadas}}{N^{\circ} \text{ total de Iniciativas Propuestas}} \right) * 100$$

, donde se debe esperar que el porcentaje vaya creciendo de forma lineal y constante en el tiempo de implementación del sistema de gestión.

La creación de estos indicadores de desempeño del sistema permitirá tener una visión de cómo se está comportando la implementación del sistema y qué cambios u oportunidades de mejora se van identificando.

▪ **Auditorías Internas**

Adicional al seguimiento dentro de la operación, se debe contar con un plan de auditorías internas periódico que permita evaluar los procedimientos actuales versus los esperados, para así identificar tanto conformidades como no conformidades dentro de los procesos. Se propone implementar auditorías internas de forma mensual a través de un organismo propio de la Institución, el cual puede ser una oficina de control de gestión o similar, que se encargue de revisar tanto las actividades dentro de la operación como la medición de datos. Es importante que esta auditoría no esté a cargo de la oficina de sostenibilidad para evitar sesgos y priorizar una visión externa dentro de la Institución. Los resultados de la auditoría deberán ser entregados a la Alta Dirección, la cual se reunirá con la oficina de sostenibilidad para evaluar la gestión realizada en el periodo de tiempo definido.

▪ **Acciones Correctivas y Preventivas**

De los resultados obtenidos por la auditoría interna, se deben llevar a cabo las mejores pertinentes respecto a las no conformidades identificadas en el proceso, las cuales corresponderán a acciones correctivas dado que se ha expuesto una diferencia en lo realizado respecto a lo esperado. Acciones correctivas, por ejemplo, pueden ser cambiar modos de operar equipos de climatización, incentivar el apagado de luminarias que no sea necesario mantener encendidas, etc.

Respecto a acciones preventivas, estas pueden estar relacionadas a elaborar planes de mantenimiento de luminarias, equipos de climatización, equipos de laboratorios, plantas de energía instaladas, esto con el fin de anteponerse a problemas técnicos que pueden mermar el desempeño energético de estos artefactos.

▪ **Revisión de Alta Dirección**

Como parte de actuar respecto al cumplimiento de expectativas por parte del sistema de gestión energética, la Alta Dirección debe actuar respecto a las desviaciones identificadas tanto en los procesos de auditoría realizados como los problemas observados dentro de la implementación. Para esto, la Alta Dirección tendrá la responsabilidad y el deber de realizar cambios estratégicos para lograr los objetivos propuestos, o bien modificar los objetivos definidos de acuerdo con los resultados obtenidos. Por ejemplo, se podrán observar los porcentajes de disminución del consumo energético ya que se experimentan condiciones anómalas a las esperadas inicialmente, como movilizaciones estudiantiles, paralizaciones, etc. También se pueden experimentar cambios externos asociados a crisis económicas que obligan a la Alta Dirección a disminuir los recursos entregados para el sistema de gestión. Por otro lado, la alta dirección puede modificar los objetivos para hacerlos aún más desafiantes si se observa que el sistema está superando las expectativas, generando nuevas políticas que impliquen mejorar lo ya planificado inicialmente.

▪ **Plan de Climatización**

El objetivo de enfocarse en la climatización de las instalaciones corresponde a disminuir el consumo de energía eléctrica de la institución, a través de la elaboración de mejores prácticas de climatización y el cambio de equipos por otros con tecnologías más

eficientes respecto a los utilizados en la actualidad. Como mejores prácticas de climatización se plantean los siguientes ejemplos:

- Bloqueo de filtraciones de aire existentes en aulas y oficinas que condicionan la eficiencia del sistema de climatización.
- Procurar mantener apagados los equipos de climatización si no se encuentran personas dentro del espacio físico.

Por otro lado, respecto a la adquisición de equipos de climatización con tecnologías energéticamente más eficientes, se propone lo siguiente:

- Adquisición de equipos de climatización certificados con eficiencia energética para oficinas de profesores, equivalentes a 20 [m²].

▪ **Plan de Iluminación**

Tomar acciones en la forma en qué se iluminan las instalaciones, al igual que en la climatización, tiene por objetivo la reducción del consumo energético de la institución en sus actividades. Para esto, se proponen mejores prácticas de iluminación y renovación del sistema de iluminación. Respecto a las mejores prácticas, se proponen las siguientes:

- Procurar mantener apagadas las luces de salas de clases y oficinas si no se están ocupando.
- Usar luz natural en espacios que sea posible.
- Pintar cielos y paredes con colores claros.

Con relación a la renovación del sistema de iluminación, se propone:

- Recambio de ampollitas a tecnología LED con mayor eficiencia energética en oficinas de profesores.

▪ **Plan de Computación**

Las actividades asociadas a computación implican un importante consumo tanto de energía eléctrica como de insumos, por lo que la implementación de mejores prácticas asociadas a la disminución del consumo energético y reducir el consumo de papel y tintas en la impresión de documentos y material académico contribuyen a la reducción de emisiones. Respecto a las mejores prácticas en consumo, se proponen las siguientes:

- Apagado de computadores e impresoras por ausencia mayor a 10 minutos o si no se están utilizando.

Por otro lado, respecto reducción de papel se propone:

- Realizar evaluaciones en formato digital.
- Eliminar el uso en las actividades académicas.

3.4 Estimación de Costos

Si bien gran parte del modelo de gestión propuesto por esta investigación se centra en el aspecto cualitativo, buscando generar cambios en la forma de realizar los procesos y operaciones dentro de las instalaciones físicas de la institución, existen acciones y estrategias propuestas por el modelo que deben ser cuantificadas como un costo de inversión que debe asumir la institución para implementar el modelo en su estructura. Es importante destacar que existen costos que dependerán del nivel de cambios e impactos que busque obtener la institución, por lo que no es posible lograr un costo total del modelo, pero si considerar que habrá medidas más costosas que otras y que se deberán analizar de forma particular según el caso.

De acuerdo con la estructura del modelo, los costos identificados se pueden separar de la siguiente manera: Costos por remuneración de la Oficina de Sostenibilidad, Costos por Verificación Externa del Programa Huella Chile y Costos por Estrategias. Es importante destacar que se tomarán como costos de inversión los correspondientes a la puesta en marcha del modelo de gestión durante el primer año, los cuales pueden ser estimados de forma más precisa. Dentro de las estrategias, los costos dependerán de variables con una alta incertidumbre que estarán supeditadas al nivel de emisiones, acciones realizadas, tipos de equipos adquiridos, etc. Aclarado este punto, el análisis de costos se detallará a continuación.

3.4.1 Costos Oficina Sostenibilidad

El costo asociado a la creación de una Oficina de Sostenibilidad dependerá de si la Institución de Educación Superior cuenta dentro de su estructura organizacional con un área especializada en temas de medio ambiente y sostenibilidad. En el caso de no contar con ella, se deberá contratar a dos personas para construir esta oficina, las cuales deberán recibir una

remuneración por el cumplimiento de sus funciones dentro de la institución. Como remuneración para los/las coordinadores/as se proponen las siguientes:

- Coordinador/a General = \$1.500.000
- Coordinador/a de Proyectos = \$1.200.000

3.4.2 Costo Verificación Programa Huella Chile

El segundo tipo de costo identificado corresponde al costo asociado a la verificación externa que solicita el Programa “Huella Chile”, el cual exige a la institución que la cuantificación reportada por la herramienta de cálculo sea validada por un ente externo a la organización para asegurar que la información medida y entregada es la correcta. Según la Consultora Geoinvest Ltda., el costo de esta verificación es de 38 UF.

- Verificación Externa = 38 UF = \$1.276.000 aproximadamente.

3.4.3 Costo Estrategias

El tercer y último tipo de costo identificado corresponde al costo de las estrategias a implementar dentro del modelo de gestión, las cuales contribuirán a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y lograr reducirlas en el periodo de tiempo definido por la institución. Según las estrategias propuestas en el capítulo 3.3, es posible cuantificar 3 estrategias, pero estas dependerán del contexto de la institución y la cantidad necesaria de cada una de estas, por lo cual se presentará el valor unitario aproximado de cada una de las propuestas.

- Equipos de Climatización = \$266.990 por equipo.
- Ampolletas LED = \$7.900 por ampolleta.
- Costo hoja de papel = \$13 por hoja
- Créditos de Carbono = US\$2 – US\$4 (\$1.800 - \$3.600) por tonelada de CO₂eq.

A modo de resumen, en la siguiente tabla se podrán observar los costos identificados y el periodo de tiempo en el que se deberán considerar.

Tipo de Costo	Cantidad	Periodo de Tiempo
Remuneraciones	\$2.700.000 (mensual)	Año 1, Año 2, Año 3, Año 4.
Verificación Externa	\$1.276.000 (anual)	Año 1, Año 2.
Equipos de Climatización	\$500.000 (unitario)	Año 2.
Ampolletas/Tubos LED	\$5.000 (unitario)	Año 2.
Hojas de papel	\$13 (unitario)	Año 1, Año 2, Año 3, Año 4.
Créditos de Carbono	\$1.800 – \$3.600 (unitario)	Año 3, Año 4.

Tabla 7. Resumen de costos de implementación del modelo de gestión.

Fuente: Elaboración propia

Considerando los costos expuestos en la tabla 6, se evalúa el costo de la implementación de las estrategias propuestas a través de un flujo de caja en un horizonte de tiempo equivalente a 4 años, esto debido a que el programa Huella Chile considera como mínimo un periodo de tiempo de 4 años para su implementación. En la siguiente figura es posible observar el flujo obtenido.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos	\$ -51.043.120	\$ -28.276.000	\$ -28.276.000	\$ -49.095.718
Utilidad Operacional	\$ -51.043.120	\$ -28.276.000	\$ -28.276.000	\$ -49.095.718
Depreciación	\$ -	\$ -	\$ -9.825.232	\$ -9.825.232
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -78.043.120	\$ -129.435.520	\$ -50.371.718
Valor Libro	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Valor Desecho	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de impuestos	\$ -51.043.120	\$ -106.319.120	\$ -167.536.752	\$ -109.292.668
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Neta	\$ -51.043.120	\$ -106.319.120	\$ -167.536.752	\$ -109.292.668
Depreciación	\$ -	\$ -	\$ 9.825.232	\$ 9.825.232
Pérdida del Ejercicio Anterior	\$ -	\$ 78.043.120	\$ 129.435.520	\$ 50.371.718
Reinversión	\$ -	\$ -101.159.520	\$ -22.095.718	\$ -
Valor Libro	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión Inicial	\$ -27.000.000	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de Caja	\$ -78.043.120	\$ -129.435.520	\$ -50.371.718	\$ -49.095.718

Figura 17. Flujo de Caja para la evaluación económica de la implementación del modelo de gestión en un horizonte de 4 años.

Fuente: Elaboración Propia.

3.5 Impacto de la Propuesta

La implementación del modelo gestión conlleva un impacto en la Institución de Educación Superior que puede ser cuantitativo, el cual puede estar asociado a la disminución del consumo energético, disminución de emisiones, y ahorro en los costos de energía, como también cualitativo respecto a la cultura organizacional, posicionamiento respecto a otras instituciones e incluso reconocimiento por las medidas implementadas.

Para cuantificar el impacto que tendrá el modelo de gestión en una institución de educación superior, se propone trabajar con la muestra propuesta en el anexo 6.8, la cual corresponde a la medición de emisiones de 13 Instituciones de Educación Superior Iberoamericanas entre 2014 y 2019. Además, se establecieron supuestos para poder conocer el orden de magnitud del efecto que tendría el modelo dentro de la institución que lo implemente. Cabe destacar que los supuestos buscan cuantificar los resultados, sin embargo, la representatividad de estos resultados variará de acuerdo con la naturaleza de cada Institución.

Según los tipos de impactos mencionados, es posible clasificarlos de acuerdo con los siguientes tipos: Impacto Ambiental, Impacto Económico e Impacto en los Stakeholders, los cuales de detallarán a continuación.

3.5.1 Impacto Ambiental

Considerando los supuestos presentados en el Anexo 6.8, las estrategias presentadas conllevan una disminución en el consumo energético de un **44,36%** y una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero de un **44,42%**. Es importante resaltar que estos valores son proporcionales a los supuestos definidos, sin embargo, permiten dimensionar el efecto que las estrategias puede tomar si se implementan de forma masiva y considerando la realidad que viven las instituciones actualmente. En las tablas es posible observar los resultados obtenidos:

Reducción Consumo Energético Anual [kW]					
Plan Estratégico	Estrategia	Cantidad Actual	Cantidad Esperada	Cantidad Reducida	Variación %
Climatización	Recambio Aire Acondicionado	7.415,2	3.707,6	3.707,6	50,00%
Iluminación	Recambio ampolletas	460,0	57,5	402,5	87,50%
Computación	Apagado Computadores	2.530,0	2.024,0	506,0	20,00%
TOTAL		10.405,2	5.789,1	4.616,1	44,36%

Tabla 8. Cuantificación de la disminución del consumo energético de acuerdo con los supuestos definidos.

Fuente: Elaboración Propia

Reducción emisiones CO2 Anual [ton]					
Plan Estratégico	Estrategia	Cantidad Actual	Cantidad Esperada	Cantidad Reducida	Variación %
Climatización	Recambio Aire Acondicionado	5,11	2,56	2,56	50,00%
Iluminación	Recambio ampolletas	0,32	0,04	0,28	87,50%
Computación	Apagado Computadores	1,74	1,40	0,35	20,00%
	Reducción de papel	0,01	0,00	0,01	100,00%
TOTAL		7,18	3,99	3,19	44,42%

Tabla 9. Cuantificación de la disminución de emisiones de CO₂ de acuerdo con los supuestos definidos.

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.2 Impacto Económico

Dentro del impacto cualitativo, el aspecto económico sin duda es uno de los más importantes dentro de cualquier organización, principalmente ya que disminución de costos siempre será vista como un beneficio dentro de las organizaciones y buscar la eficiencia dentro de los costos es fundamental para aumentar el beneficio de los accionistas. Respecto al modelo en particular, una forma de medir el impacto económico de la implementación de este es a través de **la disminución del costo de consumo eléctrico en un 44,36%**.

Sin embargo, el principal objetivo del modelo no radica en una percepción de ahorro para la institución, considerando que la finalidad es hacer mas eficiente en consumo

energético como medida para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, y, por ende, esto implica una inversión que tendrá resultados asociados al impacto ambiental de las funciones que ejecutan sus campus. Es por esto que el principal impacto económico de este modelo de gestión es el costo de inversión que tendrá el mismo, el cual considerando el flujo de caja presentado en la figura 9, en un periodo de implementación de 4 años, corresponde a **\$306.946.076**.

3.5.3 Impacto Stakeholders

Respecto a los impactos cualitativos, estos tienen relación principalmente en cómo afecta la implementación del modelo a las partes interesadas de la Institución de Educación Superior. En particular, los principales stakeholders afectados por el modelo es posible identificarlos de acuerdo con la siguiente clasificación: Comunidad Institucional, Competencia y Futuros Alumnos.

1. Comunidad Institucional

El impacto que tenga el modelo respecto a los cambios en la cultura que se buscan realizar involucran a todos quienes componen a la institución, desde alumnos, profesores, personal administrativo, personal operativo y personal externo, los cuales se verán impactados de acuerdo con su participación dentro de la comunidad, desde la participación en jornadas de sostenibilidad, charlas, capacitaciones, cambios en los procesos, nuevas actividades, etc. Estas instancias permitirán adquirir nuevos conocimientos e involucrarse tanto en el modelo como en la necesidad de realizar cambios significativos para luchar contra el cambio climático y sus efectos, siendo una parte importante del rol que tiene la institución como agente de cambio.

2. Competencia

Otro de los aspectos cualitativos que impacta la implementación del modelo corresponde al efecto que tenga este en las demás Instituciones de Educación Superior existentes en Chile y que compitan con la Institución actual, considerando que el valor que entregan este tipo de iniciativas permite diferenciarse de las demás y tener una ventana competitiva con las demás. Sin embargo, también puede verse como una oportunidad de crecimiento para el resto de las instituciones y tomarlo como una guía o referencia para implementarlo de acuerdo con sus objetivos y características.

3. Futuros Alumnos

Por último, contar con un modelo de gestión que apoye el desarrollo sostenible da a entender el compromiso y la responsabilidad que ha tomado la Institución respecto al medio ambiente y la lucha contra el cambio climático, un aspecto sumamente importante en la actualidad y que cada vez se le da mas relevancia y capta el interés de la sociedad. Adicionalmente, una Institución de educación Superior que se preocupa del medio ambiente puede ser muy atractiva para los potenciales futuros alumnos que quieran formarse profesionalmente en una institución que le de la importancia que este tema tiene y puedan brindarles los conocimientos y herramientas para tener una formación profesional orientada al tema , por lo que puede ser una variable que tomen en cuenta los futuros alumnos al momento de elegir en qué institución quiera estudiar una carrera técnica o profesional.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El propósito del desarrollo de esta memoria fue proponer un modelo de gestión que apoye el desarrollo sostenible de una Institución de Educación Superior, el cual se encuentra estructurado en base a dos aspectos, el desarrollo de un sistema de gestión energética basado en la Norma ISO 50001 y la implementación del programa de gestión del carbono Huella Chile. El objetivo del modelo de gestión construido es contribuir a la disminución del consumo energético de las instalaciones físicas de la institución a través del sistema de gestión energética y gestionar la huella de carbono de esta, a través de la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero y la ejecución de acciones que permitan mitigar estas emisiones y obtener los sellos de reconocimiento entregados por el programa de acuerdo con el nivel de gestión alcanzado.

La metodología que se utilizó se estructura en base a 3 pasos: En primer lugar, la recopilación de antecedentes que permitieron la justificación del desarrollo de la investigación y la construcción del marco teórico que sustentó la memoria. En segundo lugar, se procedió a la elaboración del modelo de gestión propuesto, el cual se sustentó principalmente en la creación de una oficina de sostenibilidad responsable de la implementación del modelo en la Institución de Educación Superior, la creación de un Sistema de Gestión Energética basado en la Norma ISO 50001 que permite trabajar en un desempeño energético más eficiente, y la implementación del programa Huella Chile, el cual permite medir y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero y de acuerdo con las estrategias presentadas, poder lograr ser carbono neutrales. En tercer y último lugar, se analizó el impacto que tendría el modelo desde un punto de vista cuantitativo, relacionado a la disminución del consumo energético, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el costo de inversión del modelo, como también desde un punto de vista cualitativo, enfocado principalmente en el efecto que tendría este modelo en los stakeholders de la Institución.

El modelo de gestión que se ha propuesto tiene como objetivo trabajar en estrategias que permitan mejorar el desempeño energético de la Institución de Educación Superior, y como consecuencia, mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero de las actividades operativas de los campus que formen parte las mismas. Para esto se han propuesto 3 planes estratégicos para la reducción del consumo energético y las emisiones de gases de efecto

invernadero, los cuales corresponden a: 1) Plan de Climatización. 2) Plan de Iluminación. 3) Plan de Computación.

Estos planes en particular se enfocan en el cambio de equipos de aire acondicionado por equipos certificados con eficiencia energética, el cambio de las luminarias de las oficinas de profesores, el apagado de computadores fuera de uso y la reducción del uso de papel en actividades académicas. Estas acciones particulares fueron establecidas de acuerdo con la evidencia de que las estrategias con mayor efecto corresponden a las asociadas al alcance 2 respecto a la definición de emisiones, es decir, las emisiones indirectas.

Las estrategias presentadas en este modelo fueron evaluadas de forma cuantitativa considerando una Institución con un tamaño de 14.039 alumnos y emisiones de 11.089 toneladas de CO₂eq, datos que fueron obtenidos a través del análisis de 13 Instituciones de Educación Superior Iberoamericanas, las cuales midieron sus emisiones entre 2014 y 2019. Adicional a esto, se elaboraron una serie de supuestos que permitieron conocer la magnitud del efecto que tendría la implementación del modelo. Es importante destacar que los datos obtenidos son proporcionales a los supuestos y pueden ser extrapolados al tamaño y actividades reales de las Instituciones actualmente. Considerando esto, las estrategias que se presentaron implican que es posible lograr una disminución en el consumo energético del **44,36%** y una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero del **44,42%**. Dentro de las estrategias, la que tiene un mayor efecto en ambos tópicos corresponde al plan de climatización, correspondiente a un **80%** de cada indicador, por lo que es fundamental implementar esta estrategia para obtener los resultados expuestos en este modelo.

Por último, la implementación del modelo de gestión tiene un objetivo asociado a la disminución del consumo energético y reducción de emisiones, mas que una necesidad de ahorro para la Institución, por lo que si bien es posible obtener ahorros en el consumo de energía eléctrica o en la adquisición de insumos como papel, el principal efecto económico es la inversión que debe realizar la Institución para implementar el modelo, la cual fue evaluada en un horizonte de 4 años y se estima en el **\$306.946.076**, siendo los dos primeros años de operación los costos más relevantes, y posteriormente se establece un costo de operación anual de aproximadamente \$50.000.000 por año.

Con esto, el modelo de gestión construido en esta memoria permitirá a una Institución de Educación Superior mejorar su desempeño energético, implementado mejores tecnologías que implican un mejor desempeño energético y a la vez la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y en un periodo de 4 años, obtener los sellos de reconocimiento de Huella Chile de acuerdo con la gestión de la huella de carbono, y en un mínimo de 4 años, lograr ser una Institución carbono neutral, mitigando sus emisiones y adquiriendo créditos de carbono que permitan equilibrar las emisiones liberadas. Estas estrategias permitirán contribuir al desarrollo sostenible de la Institución de Educación Superior y al compromiso que ha hecho Chile y el mundo en la lucha contra el calentamiento global.

5. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

Alvarez L.F. (2017) *Modelos de Gestión*

Benavides, C., Cifuentes, L., Díaz, M., Gilabert, H., Gonzales, L., González, D., ... & Vogt-Schilb, A. (2021). *Opciones para lograr la carbono-neutralidad en Chile.*

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (s.f.) *Acerca de Ley Chile*

Recuperado de: <https://www.bcn.cl/leychile/acerca-de-ley-chile>

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2022) *Ley N° 21.455*

Recuperado de: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1177286>

Cervantes Rosas, Aldeanueva Fernández (2016) *LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE: ESTUDIO EXPLORATORIO DESDE LA PERSPECTIVA DEL ALUMNO*

Comisión Nacional de Acreditación (2013) *Reglamento sobre áreas de acreditación acorde al artículo 17° de la ley 20.129*

Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (1997) *Protocolo de Kyoto.*

Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (2015) *Acuerdo de París.*

Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (2016) *Asociación de Marrakech por la acción climática global*

Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (2021) *Actualización Asociación de Marrakech por la acción climática global para mejorar la ambición 2021 - 2025**

Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (2022) *Campaña “Race to Resilience”*

Recuperado de <https://climatechampions.unfccc.int/race-to-resilience-launches/>

Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (2022) *Campaña “Race to Zero”*

Recuperado de <https://climatechampions.unfccc.int/join-the-race/>

Energy & Climate Intelligence Unit (2022) *NET ZERO STOCKTAKE 2022*

Espíndola, C. y Valderrama J. (2011) *Huella de Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas.*

Glasgow Financial Alliance for Net Zero (2021) *Our progress and plan towards a net-zero global economy*

Gobierno de Chile (2020) *Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile*

Gobierno de Chile (2021) *Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile*

Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (IPCC) (2021) *Cambio Climático 2021: Bases de las ciencias físicas.*

IPCC (2019) *Reporte Especial de Calentamiento Global de 1,5°C*

KPMG (2021) *Net Zero Readiness Index 2021: América del Sur*

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2021) *Ministerios de Medio Ambiente, Ciencia y Energía lanzan Estrategia Climática de Largo Plazo que fija el camino para ser carbono neutral.*

Recuperado de <https://www.minciencia.gob.cl/noticias/ministerios-de-medio-ambiente-ciencia-y-energia-lanzan-estrategia-climatica-de-largo-plazo-que-fija-el-camino-para-ser-carbono-neutral/>

Ministerio de Educación (s.f.) *Objetivos y organización de la educación superior.*

Recuperado de: <https://www.ayudamineduc.cl/ficha/objetivos-y-organizacion-de-la-educacion-superior-5#:~:text=Las%20instituciones%20de%20educaci%C3%B3n%20superior%2C%20son%20las%20principales%20responsables%20de,cient%C3%ADfico%20y%20tecnol%C3%B3gico%20de%20Chile.>

Ministerio de Energía (s.f.) *Ley y Plan Nacional de Eficiencia Energética.* Recuperado de: <https://energia.gob.cl/ley-y-plan-de-eficiencia-energetica>

Ministerio del Medio Ambiente (2016) *Programa Huella Chile.*

Ministerio del Medio Ambiente (2018) *TERCER INFORME BIENAL DE ACTUALIZACIÓN DE CHILE SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO*

Ministerio del Medio Ambiente (2019) *ALIANZA AMBICIÓN CLIMÁTICA*

Recuperado de: <https://cop25.mma.gob.cl/alianza-ambicion-climatica/>

Ministerio del Medio Ambiente (s.f.) *HuellaChile. Organizaciones Registradas*

Recuperado de: <https://huellachile.mma.gob.cl/organizaciones-registradas/>

Ministerio del Medio Ambiente (2022) *Ministerio del Medio Ambiente publica Ley Marco de Cambio Climático en el Diario Oficial*

Recuperado de: <https://mma.gob.cl/ministerio-del-medio-ambiente-publica-la-ley-marco-de-cambio-climatico-en-el-diario-oficial/#:~:text=La%20Ley%20Marco%20de%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20esta%20blece%20como%20meta%20que,a%20m%C3%A1s%20tardar%20el%202050.>

Moraga, Meckievi (2016) *Análisis comparativo de legislación de cambio climático*

NASA (s.f.) *Las causas del cambio climático. Recuperado de: <https://climate.nasa.gov/causas/>*

Neira, M., & Villalobos, E. (2016). *Cambio climático y salud. Revista Ambienta, Acuerdo de París sobre cambio climático, (114).*

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Asamblea General 25 de septiembre de 2015. Recuperado de https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=S*

Organización de las Naciones Unidas (s.f.) *Causas y efectos del cambio climático. Recuperado de: <https://www.un.org/es/climatechange/science/causes-effects-climate-change>*

Organización de las Naciones Unidas (1992) *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*

Organización de las Naciones Unidas (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>*

Organización de las Naciones Unidas (2020). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*

Organización de las Naciones Unidas (2022). *El Acuerdo de París Recuperado de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/el-acuerdo-de-paris>*

Pontificia Universidad Católica de Chile (s.f.) *Impactos y Adaptación al cambio climático en Chile. Recuperado de <https://cambioglobal.uc.cl/comunicacion-y-recursos/impactos-y-adaptacion-al-cambio-climatico-en-chile>*

Pontificia Universidad Católica de Chile (s.f.) *Instituto para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://desarrollosustentable.uc.cl/quienes-somos/#manifiesto>*

Red Campus Sustentable (2021) *Reporte y Evaluación de la Sustentabilidad para Instituciones de Educación Superior. Manual de usuario v1.1 -2021*

Savely S. M., Carson A. I., Declos G.L. (2007) *An environmental management system implementation model for U.S. colleges and universities*

Strange, T., y Bayley A., (2012) *Desarrollo sostenible: Integrar la economía, la sociedad y el medio ambiente, Esenciales OCDE, ECD Publishing-Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.*

UI GreenMetric World University Ranking (2021) *Ranking by Country 2021 – Chile Recuperado de: <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/ranking-by-country-2021/Chile>*

Universidad Técnica Federico Santa María (2022) *Por segundo año consecutivo USM obtiene certificación por uso de energías 100% renovables. Recuperado de:*

<https://usm.cl/noticias/por-segundo-ano-consecutivo-usm-obtiene-certificacion-por-uso-de-energias-100-renovables/>

6. ANEXOS

6.1 Race to Zero

La campaña “Carrera hacia cero” (Race to Zero en inglés), lanzada por los **High-Level Champions Gonzalo Muñoz, de Chile, y Nigel Topping, de Reino Unido**, tiene como principal objetivo impulsar a todos los actores no estatales a tomar medidas rigurosas e inmediatas para lograr reducir a la mitad las emisiones para 2030 y llegar a las cero emisiones netas para 2050. Además, esta campaña moviliza a los actores no estatales a sumarse a la **Alianza por la Ambición Climática**, anunciada por el Gobierno de Chile el año 2019, la cual compromete a las naciones ser más ambiciosas con sus planes nacionales (o Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional) y formular firmes acciones sobre adaptación y participación del sector privado (Ministerio de Medio Ambiente, 2019).

Esta campaña ha sido capaz de movilizar una gran cantidad de actores no estatales líderes en iniciativas de cero emisiones netas, ya que con su participación se están cubriendo casi el 25% de las emisiones globales de CO₂ y más del 50% del PIB. Actualmente, la campaña cuenta con la participación de 120 estados nacionales (actores estatales) y 52 regiones, 1122 ciudades, 7552 empresas, 1114 instituciones educativas, 555 instituciones financieras, 63 instituciones de salud y 25 otras organizaciones (actores no estatales) (CMNUCC, 2022).

En particular, Chile cuenta con una importante cantidad de organizaciones inscritas en la campaña, dentro de las cuales se encuentran la ciudad de Santiago, 16 comunas, 113 empresas, 2 instituciones financieras, 1 institución de salud y **15 instituciones de educación superior**. A continuación, se muestra el detalle de las IES asociadas:

Country	Name	Type	Initiative name	Business Description*
Chile	Instituto del Medio Ambiente	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	Education Services
	Metropolitan University of Ed..	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	-
	Pontificia Universidad Católic..	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	-
	Pontificia Universidad Católic..	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	-
	Universidad Austral de Chile	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	Education Services
	Universidad Bernardo O	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	Education Services
	Universidad Católica de Tem..	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	Education Services
	Universidad Tecnológica Met..	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	-
	Universidad de Chile	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	-
	Universidad de La Frontera	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	-
	Universidad de Magallanes	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	-
	Universidad de Santiago de C..	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	Education Services
	Universidad de Talca	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	-
	Universidad de Valparaíso	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	-
	Universidad del Alba	Educational I..	Race to Zero for Universities and Colleges for the ..	Education Services

Figura 18. Instituciones de Educación Superior en Chile participantes de la campaña “Race to Zero”.

Fuente: CMNUCC “Race to Zero”

6.2 Race to Resilience

Esta campaña, impulsada al igual que “Race to Zero” por los High-Level Champions Gonzalo Muñoz y Nigel Topping y lanzada en enero de 2021, tiene como principal objetivo, **para 2030**, catalizar la acción de los actores no estatales sobre la resiliencia climática de 4 billones de personas pertenecientes a grupos y comunidades vulnerables a los efectos que el cambio climático conlleva, sobre todo lo que significa el calor extremo, sequías, inundaciones y aumento del nivel del mar. (CMNUCC, 2022) En específico, la campaña se sitúa en la resiliencia de 3 ejes:

1. **Urbano:** transformación de barrios marginales urbanos en ciudades saludables, limpias y seguras.
2. **Rural:** equipar a los pequeños agricultores para la adaptación y prosperidad.
3. **Costero:** Protección de los hogares y empresas contra los choques climáticos.

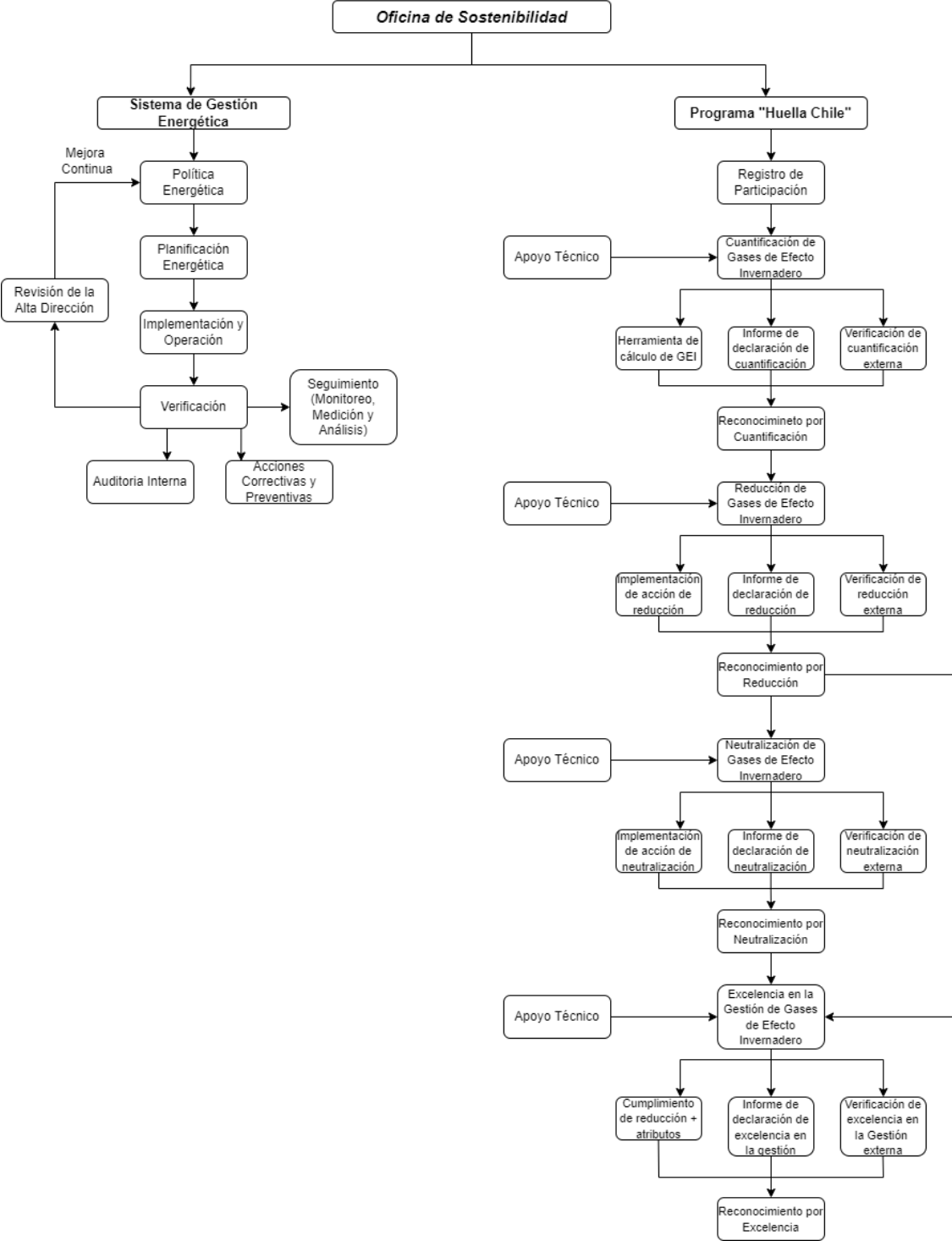
6.3 Glasgow Finance Alliance for Net Zero

La Alianza Financiera de Glasgow para el Cero NETO (GFANZ por su sigla en inglés), es una campaña lanzada en abril de 2021 por el enviado especial de la ONU para la Acción Climática y las Finanzas, Mark Carney, y la Presidencia de la COP26, asociada con la campaña mencionada anteriormente “Race to Zero”, la cual tiene como objetivo reunir al sector financiero mundial para acelerar la transición a una economía cero neta. Esto hace

responsables al sector financiero (empresas, bancos, aseguradoras e inversores) a ajustar sus modelos comerciales, desarrollar planes hacia la transición futura resistente al clima y bajas en emisiones e implementarlos, esto con el claro propósito de descarbonizar la economía mundial. Actualmente esta alianza cuenta con más de 450 firmas del sector financiero, representando más de US\$130 billones en activos. (Glasgow Financial Alliance for Net Zero, 2021)

6.4 Estructura del Modelo de Gestión a proponer

Modelo de Gestión para Apoyar el Desarrollo Sostenible de una Institución de Educación Superior



6.5 Organigrama de la Oficina de Sostenibilidad



6.6 Formato Carta Compromiso Huella Chile



Santiago de Chile, ___ de ___ de ___

Sra. Maria Heloisa Rojas Corradi
Ministra del Medio Ambiente
Presente

Sra. Ministra,

Yo _____ como representante legal de _____ RUT Organización: _____ me es grato manifestarle nuestra intención de participar voluntariamente en el Programa HuellaChile.

Mediante el presente documento entiendo, asumo y me comprometo a dar cumplimiento a los requisitos mínimos de participación que corresponden a:

- Registrar nuestra organización y sus instalaciones¹(cuando corresponda) en el Sistema Sectorial "Huella de carbono" en Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) del Ministerio del Medio Ambiente, a fin de acceder a la herramienta de cálculo de emisiones de GEI.
- Designar recursos humanos para asistir y cumplir con las actividades anuales de HuellaChile. Para ello, nombro al señor(a) _____ (datos del contacto, E-MAIL Y TELÉFONO) _____ como contacto oficial y encargado del desarrollo de las actividades dentro de nuestra organización.
- Desarrollar la cuantificación de las emisiones y/o remociones de gases de efecto invernadero (GEI) de nuestra organización, de forma anual y utilizando la herramienta de cálculo de HuellaChile.
- Elaborar un Informe de GEI en base a los resultados obtenidos de la herramienta de cálculo, utilizando el formato que HuellaChile proporciona.
- Reportar nuestro Informe de GEI y Declaración de GEI a la administración de HuellaChile.
- Permitir la difusión pública de nuestra Declaración de GEI por parte del programa.
- Postular, en la medida de lo posible y de acuerdo a nuestras capacidades, a los distintos logros del Sistema de Reconocimiento de HuellaChile.

Por otra parte, resulta conveniente manifestarle lo siguiente:

- Dado que nuestra participación es voluntaria, se nos permite decidir en cualquier momento, de forma unilateral y mediante previo aviso, suspender nuestra participación en HuellaChile.
- Nuestra participación no obliga ningún compromiso relacionado con la gestión de nuestras emisiones y/o remociones de GEI, por cuanto está sujeto al análisis de costo beneficio de nuestra organización.

____ Sin otro particular, saluda cordialmente a usted.

6.7 Supuestos Cálculo de Impactos

Supuestos Generales:

- Total alumnos promedio por institución = 14.724
- Emisiones anuales de CO₂ promedio por cada alumno = 0,772 [ton]
- Relación profesor/alumno: 1/40.
- Total profesores promedio por institución = 368
- 1 profesor por oficina.
- Cada oficina utiliza 1 equipo aire acondicionado y 1 ampolleta de 100 [W] o 2 ampolletas de 40 [W].
- 1 oficina tiene un tamaño de 20 [m²].
- Jornada laboral profesores es de 46 semanas (marzo-diciembre)
- Cada profesor trabaja 5 días a la semana (lunes-viernes)
- Cada profesor trabaja en su oficina 5 horas diarias.
- 1 [kW/h] emite 0,68956 [Kg] de CO₂. (EPA)
- Valor promedio crédito de carbono = US\$ 3 (1 US\$ = \$900)

6.7.1 Plan de Climatización

- Adquisición aire acondicionado marca Khone de 12.000 BTU.
(<https://www.climaseguro.cl/store/producto-details.asp?prdId=4935&m=1>)
- Consumo energético de 3,224 [kW/h].
- Ahorro en consumo energético y emisiones de un 50%.
- Aire acondicionado encendido 5 horas diarias.
- Vida útil aire acondicionado = 10 años
(https://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm)

6.7.2 Plan de Iluminación

- Para iluminar se requiere de 4 [W] por [m²].
- Actualmente la institución utiliza ampolletas convencionales de 100 [W].
- Se propone utilizar ampolletas LED de 40 [W].
- Adquisición ampolletas LED marca Phillips de 40W. (https://www.ledstudio.cl/ampolleta-e27-philips-40w-luz-fria/p?gclid=Cj0KCQjw9ZGYBhCEARIsAEUXITW_0Eq_mQPrxRxgb2-wvKAEIQOKK4lrznFsPXAvc5ql-DT0xkxEkb0aAkU3EALw_wcB)
- Consumo ampolleta convencional de 100 [W]: 0,4 [kWh].

- Consumo ampollita LED de 40 [W]: 0,05 [kWh].
- Ampolletas encendidas 5 horas diarias.

6.7.3 Plan de Computación

- Alumnos rinden 5 asignaturas semestrales (10 anuales)
- Cada asignatura entrega 1 hoja semanal de material.
- Cada asignatura realiza 3 pruebas semestrales.
- Cada prueba se compone de 2 hojas.
- Total de hojas de papel anuales en material = 3.386.520
- Total de hojas de papel anuales en pruebas = 441.720
- Total consumo de hojas de papel anual = 3.828.240
- Cantidad de CO₂ emitido por hoja = 0,000165 [ton]
- Cantidad de CO₂ emitido en hojas anual = 0,063 [ton]
- 1 hoja formato a4 tiene un peso de 5 [g].
- Costo Resma papel 500 hojas = \$6.590 (<https://www.pcfactory.cl/producto/30917-equalit-papel-fotocopia-a4-resma-500-hojas>)
- Supuesto no uso computadores = 20% de la jornada (1 hora)
- Consumo energético por computador = 2,2 [kWh]
- Cada profesor posee 1 computador.

6.8 Datos de Emisiones Universidades Iberoamericanas

Año medición	País	Universidad	Total Alumnos	Emisiones CO ₂ [ton]	Promedio Emisiones por Alumno
2014	Costa Rica	Universidad Nacional de Costa Rica	24.898	3.568	0,143
2014	España	Universidad Politécnica de Cartagena	8.487	9.088	1,071
2014	Chile	Universidad de Antofagasta	9.373	10.040	1,071
2015	Chile	Universidad de Santiago de Chile	27.000	23.673	0,877
2015	España	Universidad de Vigo	19.355	19.749	1,020
2015	España	Universidad de Vigo	19.355	19.749	1,020
2015	Chile	Universidad de Antofagasta	9.373	9.578	1,022
2018	Chile	Pontificia Universidad Católica de Chile	32.445	32.168	0,991
2019	Colombia	Universidad de La Salle	13.434	2.160	0,161
2019	España	Universitat Central de Catalunya	10.800	2.132	0,197
2019	Chile	Universidad Tecnológica Metropolitana	8.531	3.858	0,452
2019	Chile	Universidad de Magallanes	4.180	4.195	1,004
2019	Chile	Universidad de Magallanes	4.180	4.195	1,004
Promedio			14.724	11.089	0,772

Fuente
https://www.redalyc.org/journal/4759/475950425004/475950425004.pdf
https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5043/tfm384.pdf
http://crea.uantof.cl/wp-content/uploads/2021/11/1-Informe-huella-de-Carbono-UA-.pdf
http://rsu.usach.cl/sites/rsu/files/documentos/resumen_ejecutivo_reporte_huella_de_carbono_universidad_de_santiago_de_chile_2015.pdf
https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/ourense/ourense/2016/10/12/universidad-logra-reducir-emision-co2-campus/00031476212338915503516.htm
https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/ourense/ourense/2016/10/12/universidad-logra-reducir-emision-co2-campus/00031476212338915503516.htm
http://crea.uantof.cl/wp-content/uploads/2021/11/1-Informe-huella-de-Carbono-UA-.pdf
https://www.uc.cl/noticias/la-uc-y-su-camino-para-luchar-contra-el-cambio-climatico/#:~:text=Cabe%20se%20que%20la%20medici%C3%B3n,%20y%20respectivamente.
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2131&context=ing_ambiental_sanitaria
https://www.uvic.cat/es/noticias/la-uvic-ucc-ha-conseguido-ahorrar-41-toneladas-de-co2-en-emisiones-de-gases-de-efecto
https://sustentabilidad.utem.cl/wp-content/uploads/2020/12/Informe_de_cuantificacion_GEI_2019V2-1.pdf
http://umag.cl/umagsustentable/wp-content/uploads/2020/10/Informe-de-cuantificacion-GEI-CAMPUS-CENTRAL-UMAG-2019.pdf
http://umag.cl/umagsustentable/wp-content/uploads/2020/10/Informe-de-cuantificacion-GEI-CAMPUS-CENTRAL-UMAG-2019.pdf