

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas  
Carrera de Electricidad

**PROPUESTA DE PLAN DE MEJORAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE  
INDICADORES DE LA CATEGORÍA *ENERGY AND CLIMATE CHANGE* DEL UI  
GREENMETRIC WORLD UNIVERSITY RANKINGS PARA LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DEL NORTE**

Trabajo de grado presentado ante la Universidad Técnica del Norte previo a la  
obtención del título de Ingeniero Eléctrico

Autor:

Elian David López Vizcaíno

Director:

PhD. Gerardo Isaías Collaguazo Galeano

Ibarra – Ecuador

2023



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401889340		
APELLIDOS Y NOMBRES:	López Vizcaíno Elian David		
DIRECCIÓN:	13 de Abril y Morona Santiago		
EMAIL:	edlopezv@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0968719186

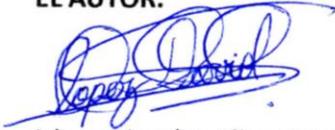
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROPUESTA DE PLAN DE MEJORAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE INDICADORES DE LA CATEGORÍA <i>ENERGY AND CLIMATE CHANGE</i> DEL UI GREENMETRIC WORLD UNIVERSITY RANKINGS PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
AUTOR (ES):	López Vizcaíno Elian David
FECHA: DD/MM/AAAA	22/06/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Electricidad
ASESOR /DIRECTOR:	PhD. Gerardo Isaías Collaguazo Galeano

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de junio de 2023

**EL AUTOR:**



López Vizcaíno Elian David

C.I: 0401889340



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

Yo, Gerardo Isaías Collaguazo Galeano en calidad del tutor del señor estudiante López Vizcaíno Elian David, certifico que ha culminado con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: **“PROPUESTA DE PLAN DE MEJORAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE INDICADORES DE LA CATEGORÍA *ENERGY AND CLIMATE CHANGE* DEL UI GREENMETRIC WORLD UNIVERSITY RANKINGS PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**.

Para la obtención del título de Ingeniero Eléctrico, aprobado la defensa, impresión y empastado.

PhD. Gerardo Isaías Collaguazo Galeano  
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

## Dedicatoria

“Cuando miro la cima de la montaña, en mi mente ya he fracasado, es entonces que comienzo a escalar”

***Pantheon***

El presente trabajo de grado está dedicado para mi padre Hugo López y mi madre Verónica Vizcaíno, en honor a todo su esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional hacia mí, también se lo dedico a mi tía Magaly Revelo, por ser un ejemplo de constancia y dedicación en mi vida. A la memoria de mi abuelita Matilde, quien forjó las bases de muchos de los valores que mantengo a día de hoy, y, por último, de manera especial se lo dedico a mi *sine qua non*.

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi universidad por brindarme la oportunidad de completar mi educación superior. Agradezco especialmente a mis profesores por su dedicación y compromiso con mi formación académica y personal. Sus enseñanzas, orientación y apoyo han sido fundamentales en mi camino hacia la graduación.

Quiero aprovechar esta oportunidad para expresar mi más sincero agradecimiento al PhD. Gerardo Collaguazo por su apoyo, orientación y dedicación. Su mentoría ha sido fundamental en mi formación académica y personal, y me ha ayudado a alcanzar mis objetivos. Aprecio profundamente su experiencia, su paciencia y su disposición a escuchar y responder todas mis preguntas. Gracias, por su invaluable contribución a mi formación académica y por ser un ejemplo a seguir.

También quiero agradecer a mi familia por su amor incondicional, apoyo emocional y sacrificio. A mis amigos del alma Jean Cruz y Anderson Meza, sus palabras de aliento y motivación me han impulsado a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Su presencia ha sido mi mayor fortaleza en este proceso.

Estoy muy seguro de que yo no elegí esta carrera, la carrera me eligió a mí, y me otorgó grandes compañeros, que aparte de su gran amistad, me enseñaron buenos valores, gracias Santiago Imbaquingo, Oldrichs Ponce y Wilson Guatemal.

Este logro no habría sido posible sin la ayuda y el apoyo de todos ellos. Me siento afortunado de haber contado con su respaldo a lo largo de mi carrera universitaria. Les estaré eternamente agradecido.

***¡Gracias totales!***

## Tabla de Contenidos

Resumen .....	XV
Abstract .....	XVI
Introducción .....	XVII
Planteamiento del Problema .....	XIX
Formulación del Problema .....	XX
Objetivo General.....	XXI
Objetivos Específicos.....	XXI
Alcance.....	XXI
Justificación .....	XXII

### CAPÍTULO 1

Generalidades e Indicadores del UI GreenMetric.....	1
1.1    Desarrollo Sostenible.....	1
1.2    Eficiencia Energética .....	1
1.3    Indicadores del ranking UI GreenMetric .....	2
1.3.1    Ámbitos de desempeño del indicador .....	2
1.3.2    Dimensiones de un indicador.....	3
1.3.3    Determinación de la frecuencia del indicador.....	5
1.3.4    Medios de verificación de indicadores UI GreenMetric.....	6
1.4    Metodología UI GreenMetric .....	6
1.4.1    Filosofía .....	7
1.4.2    Criterios e Indicadores .....	7
1.4.3    Puntuación.....	8
1.4.4    Ponderación de los criterios.....	9
1.4.5    Mejora del instrumento de investigación .....	9
1.5    Categoría Energía y Cambio Climático (EC) .....	9
1.5.1    Uso de electrodomésticos de bajo consumo.....	9
1.5.2    Área total del edificio inteligente del campus.....	11
1.5.3    Implementación de edificios inteligentes.....	13

1.5.4	Número de fuentes de energía renovables en el campus .....	14
1.5.5	Fuentes de energía renovables y su capacidad .....	15
1.5.6	Consumo de electricidad por año.....	17
1.5.7	Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus .....	18
1.5.8	La relación de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año.....	19
1.5.9	Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación .....	19
1.5.10	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.....	20
1.5.11	Huella de carbono total .....	22
1.5.12	Huella de carbono total dividida por la población total del campus.....	22
1.5.13	Número de programas innovadores durante la pandemia de coronavirus (COVID-19).....	23
1.5.14	Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático.....	23
1.6	Conclusión de la descripción de los indicadores del criterio “Energía y Cambio Climático”.....	24

## CAPÍTULO 2

Verificación de indicadores del UI GreenMetric en la Universidad Técnica Del Norte .....	26
2.1 Descripción del lugar de estudio .....	26
2.2 Metodología .....	27
2.3 Certificación del UI GreenMetric 2021.....	28
2.4 Recopilación de información proporcionada por la Universidad Técnica Del Norte al ranking UI GreenMetric .....	31
2.4.1 Uso de electrodomésticos de bajo consumo .....	32
2.4.2 Número de fuentes de energía renovable en el campus.....	32
2.4.3 La proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año .....	36
2.4.4 Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación .....	37
2.4.5 Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero .....	38
2.4.6 Número de programas innovadores en energía y cambio climático.....	39

2.4.7	Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático .....	40
2.5	Estado actual de la Universidad Técnica Del Norte en función de los indicadores de la categoría <i>Energy and Climate Change</i> .....	41
2.6	Análisis comparativo de parámetros presentados por la universidad frente a los parámetros solicitados por el ranking .....	43
2.6.1	Electrodomésticos de bajo consumo.....	43
2.6.2	Implementación de edificios inteligentes .....	43
2.6.3	Fuentes de energía renovable .....	43
2.6.4	Consumo de electricidad en el campus.....	43
2.6.5	Producción de energía renovable dividida para el consumo de electricidad...	44
2.6.6	Implementación de edificios verdes .....	44
2.6.7	Programas de reducción de gases contaminantes.....	44
2.6.8	Huella de carbono en el campus.....	44
2.6.9	Número de programas innovadores sobre energía y cambio climático .....	45
2.6.10	Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático.....	45
2.7	Puntaje de indicadores para el año 2022 .....	45
2.8	Conclusión de la verificación de estado actual de indicadores .....	46

### CAPÍTULO 3

Elaboración del plan de mejoras .....	48
3.1 Causas que provocan el incumplimiento de indicadores.....	48
3.1.1 Barreras de incumplimiento de indicadores .....	48
3.2 Diseño del plan de mejoras.....	49
3.2.1 Aspectos a priorizar del plan de mejoras .....	49
3.2.2 Acciones del plan de mejoras.....	49
3.2.3 Seguimiento del plan de mejoras .....	52
3.3 Plan de mejoras.....	54
3.3.1 Automatización de edificios .....	59
3.3.2 Generación fotovoltaica.....	60
3.4 Cronograma del plan de mejoras .....	70
3.5 Estimación de los indicadores con la aplicación del plan de mejoras.....	73

Conclusiones .....	78
Recomendaciones .....	79
Bibliografía.....	80
Anexos.....	83

## Índice de Figuras

Fig. 1 Ámbitos de desempeño de indicadores.....	3
Fig. 2 Dimensiones de los indicadores.....	4
Fig. 3 Frecuencia de medición del indicador .....	6
Fig. 4 Trayectorias ilustrativas de la energía desde sus fuentes hasta los servicios.....	16
Fig. 5 Universidad Técnica Del Norte – Campus “El Olivo” .....	26
Fig. 6 Diagrama de flujo de la metodología empleada.....	27
Fig. 7 Certificado otorgado a la Universidad Técnica Del Norte .....	28
Fig. 8 Diagrama de puntaje general .....	29
Fig. 9 Porcentaje de puntuación respecto a la puntuación máxima para Energy and Climate Change .....	31
Fig. 10 Uso de lámparas LED .....	32
Fig. 11Árbol solar fotovoltaico autónomo con almacenamiento de energía .....	33
Fig. 12 Sistema solar fotovoltaico integrado a la red – Edificio de Posgrado.....	33
Fig. 13 Microsistema de generación eólica integrado a la red .....	33
Fig. 14 Sistema solar fotovoltaico integrado a la red – Carrera de Electricidad .....	34
Fig. 15 Uso de energía eléctrica en la Universidad Técnica del Norte.....	35
Fig. 16 Ventanales para iluminación y ventilación natural. ....	37
Fig. 17 Eficiencia energética en iluminación.....	38
Fig. 18 Parque de Energías Renovables.....	38
Fig. 19 Propuesta de parque temático de energías renovables.....	39
Fig. 20 Parque de Energías Renovables.....	40
Fig. 21 Porcentaje de cumplimiento de indicadores .....	47
Fig. 22 Estructura del equipo propuesto para el seguimiento del plan de mejoras .....	53
Fig. 23 Sistema ABB i-bus .....	59
Fig. 24 Producción mensual estimada de 1 panel solar de SOLARPACK (en kWh).....	60
Fig. 25 Dimensiones del panel Hi-Mo 4m.....	61
Fig. 26 Plano arquitectónico del campus El Olivo.....	62
Fig. 27 Mapa del balance hídrico del río Tahuando.....	64
Fig. 28 Smart Free Stream.....	64
Fig. 29 Curva de la potencia de salida de la turbina en vatios.....	65
Fig. 30 Esquema de generación eléctrica a partir de una turbina y paneles solares .....	65
Fig. 31 Vista 3D de la implementación de una turbina en el rio Tahuando .....	66
Fig. 32 Vista 3D de la implementación de paneles solares, una turbina y gaseoductos en la universidad .....	67
Fig. 33 Puntos de recarga para vehículo eléctricos de la marca ABB .....	69
Fig. 34 Diagrama del plan de mejoras.....	71

Fig. 35 Porcentaje de cumplimiento de indicadores aplicando el plan de mejoras ..... 77

## Índice de Cuadros

TABLA 1.1 Ponderación de las categorías consideradas en el ranking.....	7
TABLA 1.2 Indicadores de la categoría "Energía y Cambio Climático".....	8
TABLA 1.3 Alcances de los gases de efecto invernadero .....	20
TABLA 1.4 Descripción de los indicadores del criterio “Energía y Cambio Climático” .....	24
TABLA 2.1 Resultados de cuestionario enviado en el 2021 .....	29
TABLA 2.2 Puntuación obtenida de cada indicador “Energy and Climate Change” en el año 2021.....	30
TABLA 2.3 Eficiencia energética en cuanto a iluminación.....	32
TABLA 2.4 Consumo de energía eléctrica del campus El Olivo para el año 2022.....	35
TABLA 2.5 Producción de energía renovable para el año 2021 .....	36
TABLA 2.6 Programas de impacto sobre el cambio climático .....	40
TABLA 2.7 Estado actual de indicadores de la Universidad Técnica Del Norte.....	42
TABLA 2.8 Actualización de indicadores.....	45
TABLA 2.9 Cumplimiento de indicadores de la categoría “Energy and Climate Change” ....	46
TABLA 3.1 Aspectos a priorizar .....	49
TABLA 3.2 Ficha de Plan de Mejoras .....	55
TABLA 3.3 Características del panel Hi-Mo 4m .....	61
TABLA 3.4 Cantidad de paneles solares en cada edificio del campus El Olivo .....	63
TABLA 3.5 Producción estimada de paneles solares en las canchas de fútbol .....	69
TABLA 3.6 Cronograma de actividades .....	70
TABLA 3.7 Puntuación estimada aplicando el plan de mejoras.....	74
TABLA 3.8 Estimación de inversión para ejecutar el plan de mejoras.....	76

## Índice de Ecuaciones

Porcentaje de edificios inteligentes (1).....	14
Consumo total de electricidad (2).....	18
Huella de carbono total (3).....	22

## Resumen

El desarrollo sostenible es una iniciativa que ha ganado fuerza en organizaciones e instituciones, debido a los efectos negativos que la tecnología y la actividad humana generan en el medio ambiente. Sin embargo, la Universidad Técnica del Norte, institución educativa de renombre en el norte del Ecuador, carece de medidas que impulsen la implementación de iniciativas verdes y la sostenibilidad en sus distintos campus. En este sentido, el presente estudio analizó los indicadores de la categoría *Energy and Climate Change*, que son uno de los puntos débiles de la universidad, según el ranking internacional UI GreenMetric, en el que la universidad ha obtenido posiciones desfavorables desde su participación en 2018. La metodología empleada en este estudio se basó en la investigación descriptiva, que permitió describir los criterios e indicadores que mantiene el ranking para determinar si una universidad es sostenible. Luego, mediante investigación explicativa, se verificaron los indicadores en la universidad, lo que permitió identificar su estado actual y los indicadores que la universidad cumplía. A través de un análisis comparativo entre los parámetros que solicitaba el ranking y los que presentaba la universidad, se concluyó que, para el año 2021, la universidad solo cumplió con 1 indicador y para el año 2022, la universidad cumplió con 5 de 10 indicadores totales. Como resultado, se elaboró un plan de mejoras que propone un enfoque totalmente sostenible en cada uno de los indicadores, y que tiene como finalidad cumplir el 100% de los indicadores, con ello, se desarrollará una universidad sostenible.

**Palabras clave:** desarrollo sostenible, indicadores, eficiencia energética, huella de carbono, edificios inteligentes.

## **Abstract**

Sustainable development is an initiative that has gained momentum among organizations and institutions due to the negative effects that technology and human activity generate on the environment. However, the Técnica Del Norte University, a well-known educational institution in northern Ecuador, lacks measures to promote the implementation of green initiatives and sustainability on different university campuses. In this regard, the present study analyzed the indicators of the Energy and Climate Change category, which are one of the university's weak points according to the international UI GreenMetric ranking, in which, the university has obtained unfavorable positions since its participation in 2018. The methodology used in this study was based on descriptive research; it described the criteria and indicators that the ranking maintains to determine if a university is sustainable. Then, through explanatory research, the indicators in the university were verified, which allowed identifying its current status and the indicators that the university met. Through a comparative analysis between the parameters requested by the ranking and those submitted by the university, it was concluded that, for the year 2021, the university only met 1 indicator, and by 2022, the university met 5 out of the total of 10 indicators. As a result, an improvement plan was developed proposing a fully sustainable approach for each of the indicators, with the aim of meeting 100% of the indicators, with this, a sustainable university will be developed.

**Keywords:** sustainable development, indicators, energetic efficiency, carbon footprint, intelligent buildings.

## Introducción

La pandemia de Covid-19 ha desestabilizado por completo la economía mundial. Ha exacerbado las desigualdades ya existentes, con graves consecuencias para el sufrimiento humano. La pandemia ha sido una llamada de atención sin precedentes que ha puesto de manifiesto las deficiencias de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París sobre el cambio climático. Además, ha provocado la urgencia de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para abordar estos problemas relacionados con el cambio climático y la sostenibilidad (Cavalcanti et al., 2021).

La sociedad actual enfrenta varios problemas económicos, sociales y ambientales que requieren respuestas de individuos, organizaciones y gobiernos en todos los niveles. En este escenario, la sostenibilidad y el desarrollo sostenible se han convertido en temas cruciales a nivel mundial (Fissi et al., 2021).

Es por esto que, la creciente necesidad de una sociedad más sostenible ha afectado profundamente al sector de la educación superior, en el que la sostenibilidad es hoy en día un desafío cada vez mayor para académicos, estudiantes y formuladores de políticas. Esto se debe especialmente al hecho de que muchas de las universidades actuales tienen un impacto significativo en la economía, la sociedad y el medio ambiente, ya que se asemejan a “ciudades pequeñas” en tamaño y población, por ello es posible transformar dichos espacios como hábitats para el desarrollo e implementación de nuevas innovaciones sociales y tecnológicas y como pilotos de estrategias de gestión en materia de sostenibilidad (Veiga et al., 2017).

UI GreenMetric World University Ranking es un ranking mundial de universidades que compara los esfuerzos realizados por las universidades en el campo de la sostenibilidad ambiental. Con este fin, se utilizan indicadores que incluyen la educación, la investigación y el medio ambiente para monitorear y medir las mejoras en el desarrollo de las infraestructuras ecológicas. GreenMetric ha identificado 6 categorías, basadas en criterios específicos que se consideran los más importantes para la evaluación de universidades que se ocupan de temas de sostenibilidad. Estos criterios permiten agrupar a las universidades según su tamaño, ubicación, grado de espacio verde disponible, consumo de electricidad y emisiones de carbono, transporte utilizado y políticas relacionadas, y gestión del agua y los residuos (Perchinunno y Cazzolle, 2020).

En los Estados Unidos, el “American College & University President’s Climate Leadership Commitment” (ACUPCC) fue un “esfuerzo de alta visibilidad” debido a que creó una red de

colegios y universidades que se han comprometido a lograr la neutralidad de carbono en las instalaciones del campus y acelerar los esfuerzos de investigación y educación de las Instituciones de Educación Superior (IES) para reorganizar “su plan de estudios para preparar formalmente a los estudiantes y, por lo tanto, a la sociedad con el conocimiento y las habilidades necesarias para abordar los desafíos críticos y sistémicos que enfrenta el mundo en este nuevo siglo” (Khan y Henderson, 2020).

De ahí que la Western Michigan University (WMU), ha adaptado los esfuerzos de sostenibilidad que presentan esfuerzos de "ecologización" junto con cambios en el plan de estudios. Además, la universidad fue nombrada una de las mejores Escuelas Verdes en términos de educación superior. Esto se debe a sus esfuerzos por involucrar la sostenibilidad en sus cursos. La WMU defiende y aprueba las iniciativas de sostenibilidad del campus y proporciona fondos para la investigación de los estudiantes. Por lo tanto, la universidad sirve como líder en sostenibilidad a través de la conservación de la energía, los esfuerzos para implementar programas de energía renovable, reciclaje y reducción de desechos (Khan y Henderson, 2020).

En Brasil, una actualización más reciente del Superintendente de Gestión Ambiental de la Universidad de São Paulo lamenta que, mientras algunas universidades brasileñas están tomando conciencia de la sostenibilidad ambiental, otras lo han estado pensando durante más de 25 años. Sin embargo, hay un progreso definitivo ya que las universidades brasileñas están incorporando características de Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en sus actividades de investigación, docencia y divulgación. También están prestando atención a las cuestiones sociales y ambientales en sus procesos de planificación y gestión (Cavalcanti et al., 2021).

La educación superior en países como Perú carece de un sistema de marcos políticos para implementar el desarrollo sostenible en los programas de educación de las Instituciones de Educación Superior (IES). A pesar de ello, promover acciones para el desarrollo sostenible es cada vez más una prioridad dentro del sector educativo y algunos esfuerzos están ganando terreno en las universidades peruanas. Un ejemplo de esto es un grupo formado por 75 universidades; la Red Ambiental Interuniversitaria (RAI). Esta asociación está comprometida con el cumplimiento de 37 indicadores de sostenibilidad relacionados con la gobernanza ambiental, la propuesta educativa, la investigación, la gestión ambiental interna y el compromiso social de la comunidad (Cavalcanti et al., 2021).

En el país, la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL, 2021) es la primera universidad reconocida por la Consultora de Desarrollo Sostenible y Responsabilidad

Corporativa (YPSILOM) como una institución sostenible en 2020. Ser una organización sostenible significa ser rentable, socialmente responsable y respetuosa con el medio ambiente. La UTPL ocupa la casilla 12 de un ranking donde se destacan 30 instituciones nacionales.

Para premiar este reconocimiento, YPSILOM tuvo en cuenta criterios como 50% gestión empresarial sostenible, 30% reconocimiento de sostenibilidad, 10% pertenencia a sociedades sostenibles y 10% opinión de expertos en desarrollo sostenible. Alrededor de 370 organizaciones de diversos campos, incluidos estudiantes, participaron en la encuesta. Estas organizaciones fueron seleccionadas entre empresas integrantes de los principales organismos de desarrollo del Ecuador, como la Sociedad Ecuatoriana de Responsabilidad Social y Sostenibilidad - CERES y el Pacto Global Ecuatoriano. (Universidad Técnica Particular de Loja, 2021)

La Universidad Técnica del Norte empezó su participación en el ranking internacional UI GreenMetric en el 2018, ubicándose en la posición número 593 con una puntuación total de 3925 puntos y quinta a nivel de universidades nacionales. Cabe destacar que para la postulación de este año no se presentaron cifras exactas de los índices que evaluaba en ese momento el ranking, pero para el año 2021 se enviaron datos aproximados de cada categoría del ranking en su totalidad, de manera tal que nuestra puntuación total paso de ser de 3925 puntos a 5375 puntos, colocándonos así en la posición número 508 a nivel internacional y manteniéndonos en la quinta posición a nivel nacional.

## **Planteamiento del Problema**

Actualmente, la “Agenda 2030 de las Naciones Unidas” y la iniciativa de la UNESCO “Educación para el desarrollo sostenible” han enfatizado el papel fundamental de las universidades en la construcción de una sociedad más sostenible y en la consecución de los conocidos “Objetivos de Desarrollo Sostenible”.

Sin embargo, hasta donde se sabe, en universidades nacionales existe una ausencia de estudios empíricos sobre la realización “en el campo” de una universidad verde. Hasta la fecha, la investigación y aplicación sobre sostenibilidad en las universidades tiene en cuenta solo las dimensiones de forma individual, como la implementación de iniciativas verdes en los campus, la integración de principios de sostenibilidad en los planes de estudio y la difusión de informes de sostenibilidad.

Hasta ahora, pocos estudios han explorado la implementación de conceptos verdes en las universidades nacionales de una manera integral, es decir, tomando en consideración las seis

categorías que tiene la metodología de evaluación del ranking UI GreenMetric. Ser reconocido internacionalmente como parte de un grupo selecto de universidades sostenibles en la parte superior de las clasificaciones de universidades mundiales de UI GreenMetric brinda un gran prestigio y reconocimiento dentro de las universidades.

Se cree que es urgente analizar en conjunto estas dimensiones con un estudio de caso, explorando la implementación de una universidad que cuenta con espacios verdes, donde se pueda aplicar la sostenibilidad en la gestión de la educación superior. Debido a esto, la reputación de las universidades en la comunidad es crucial. Reconocimientos como "Acreditación de Alta Calidad" y "Distinciones Académicas" les dan una ventaja y aumentan su competitividad en comparación con otras universidades en el campo.

El enfoque de la universidad en temas relacionados con el uso de energía y cambio climático es el criterio más ponderado en esta clasificación de universidades sostenibles. El cuestionario de evaluación identifica varios criterios para esta problemática en particular, en ella se evalúan temas como el uso eficiente de electrodomésticos, adopción de edificios inteligentes (edificios automatizados o edificios inteligentes), política de energía renovable, consumo total de electricidad, plan de ahorro de energía, respetuoso con el medio ambiente, estructuras de construcción, programas de adaptación y mitigación del cambio climático, políticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y las emisiones de carbono. En estos criterios, se confía que la universidad aumente los esfuerzos para mejorar la eficiencia energética de los edificios y ponga más énfasis en el medioambiente y las fuentes de energía. (Romero, 2018).

En consecuencia, existe un vacío en la literatura sobre la investigación de la incorporación simultánea de temas verdes en todas las dimensiones principales dentro de las instituciones de educación superior. En esta línea, el propósito de este trabajo de titulación es llenar el vacío de la literatura investigando, con un solo estudio de caso la categoría "Energy and Climate Change" del ranking antes mencionado, donde esta categoría es la más importante a considerar debido a que su puntaje que es el equivalente al 21% de la puntuación total del ranking.

## **Formulación del Problema**

¿Cuáles son los indicadores de la categoría "Energy and Climate Change" del ranking UI GreenMetric en la Universidad Técnica del Norte que están enfocados a un desarrollo sostenible?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Elaborar una propuesta de plan de mejoras para el cumplimiento de indicadores de la categoría “Energy and Climate Change” del UI GreenMetric World University Rankings, mediante investigación descriptiva y explicativa, para la Universidad Técnica del Norte.

### **Objetivos Específicos**

- Describir los indicadores que se evalúan para formar parte del UI GreenMetric World University Rankings de universidades sostenibles y sustentables.
- Verificar el estado actual de los indicadores de la categoría “Energy and Climate Change” en la Universidad Técnica del Norte.
- Elaborar la propuesta de plan de mejoras.

## **Alcance**

El presente trabajo de titulación, estudiará los criterios e índices que cumple la Universidad Técnica Del Norte en función del ranking internacional UI GreenMetric, donde es de vital importancia conocer que universidades cumplen con estos parámetros y se encuentran liderando este ranking a nivel internacional como también nacional, además de saber cuál fue su proceso y cómo lograron mantener un campus verde.

Con el presente trabajo de investigación se determinará el estado actual de la Universidad Técnica del Norte, campus “El Olivo”, para ser específico, en la categoría “Energy and Climate Change” del ranking mencionado en cuanto a aspectos sustentables, donde se destacan índices de evaluación como el uso de electrodomésticos de bajo consumo, el uso total de electricidad dividido por la población total del campus (kWh por persona), el uso de electricidad por año (en kWh), entre otros.

En consecuencia, con la información recolectada, y el análisis de los parámetros que persiguen las universidades sustentables y sostenibles, se verificaran los indicadores que está cumpliendo la Universidad Técnica del Norte, a sabiendas de que formamos parte de la clasificación general del 2021, pero nos encontramos en las últimas posiciones del ranking, tanto a nivel internacional como nacional, por lo que al final, se elaborará una propuesta de plan de mejoras para el cumplimiento de indicadores de la categoría “Energy and Climate Change”, orientando el camino para que sea una universidad sostenible.

## **Justificación**

El conocimiento de temas relacionados con los términos de sostenibilidad y sustentabilidad se han convertido en conceptos de mayor interés para muchos académicos, estudiantes y responsables políticos. En este contexto, las universidades desempeñan un papel esencial en la construcción de una sociedad más consciente frente a un desarrollo sostenible a través de dos vías diferentes. Por una parte, reduciendo los impactos perjudiciales de sus actividades en ámbitos como la economía, la sociedad y el medio ambiente; por otra parte, promoviendo prácticas en planes de desarrollo sostenible y sustentable, así como también en programas de investigación.

En las últimas décadas, la sostenibilidad y sustentabilidad han ido tomando relevancia en instituciones educativas internacionales, y forman un papel crucial en agendas y programas de desarrollo de muchos países, dado que desde 1972 en la primera conferencia internacional sobre el medio ambiente llevada a cabo en la ciudad de Estocolmo, Suecia, se trató la preocupación por el problema más grande que estamos presenciando hoy en día, que es el cambio climático, a causa de esto se plantearon desafíos y la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) los cuales están proyectados desde el 2015 al 2030, y promueven la sostenibilidad energética y del agua.

Dicho lo anterior, para la Universidad Técnica Del Norte es esencial implementar prácticas y programas que actúen en función de los conceptos de sostenibilidad y sustentabilidad; además, la comunidad de esta casa de estudio, principalmente sus dirigentes, apoyan firmemente el camino hacia una institución más verde. A nivel de campus, los principales proyectos están relacionados con áreas ecológicas, gestión de residuos y energía, a pesar de las restricciones económicas, es por ello, el interés de seguir formando parte del ranking internacional UI GreenMetric, el cual permite la evaluación de seis categorías, donde se destaca la sección de “Energy and Climate Change”, la cual es objeto de estudio.

# CAPÍTULO 1

## Generalidades e Indicadores del UI GreenMetric

Del estudio bibliográfico se obtuvo como resultado la descripción de los indicadores del UI GreenMetric World University Ranking, los mismos que son instrumento de evaluación de una universidad sostenible, el cual es el objetivo principal del ranking, es por ello que es de gran importancia detallar primeramente conceptos relacionados al presente estudio.

### 1.1 Desarrollo Sostenible

Este término se lo destaca como el puente para que el ser humano establezca normas que lo motiven a ser consiente consigo mismo y su entorno, como menciona Mulder (2007), el desarrollo sostenible es una cuestión moral que se basa en asumir que todos los seres humanos tienen los mismos derechos a construir la vida que desean sin lesionar los derechos de los otros. Este concepto fue incorporado en 1987 por Gro Harlem Brundtland, quien definió que el desarrollo sostenible es un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Según Sachs (2015), el desarrollo sostenible se basa en tres pilares fundamentales, los cuales son: sostenibilidad económica, social y medioambiental, en donde expone que se debe llegar al equilibrio de estos tres componentes para lograr un desarrollo sostenible.

Además, dado que sugiere un conjunto de objetivos por los que todo el mundo debería luchar, el desarrollo sostenible también implica un enfoque normativo del medio ambiente. Los ODS se están preparando para su aprobación por las naciones precisamente como una hoja de ruta para el crecimiento futuro de la economía y la sociedad global. En este aspecto rector, el desarrollo sostenible busca crear un mundo en el que el progreso económico esté lo más distribuido posible, la pobreza extrema sea erradicada, la confianza social sea apoyada por políticas de construcción comunitaria y el medio ambiente esté protegido contra el deterioro causado por el hombre. (Sachs, 2015).

### 1.2 Eficiencia Energética

La eficiencia energética consiste en minimizar la cantidad de energía requerida para satisfacer la demanda sin afectar su calidad, supone la sustitución de un dispositivo por otro teniendo las mismas ventajas consumiendo menos electricidad. Por tanto, no implica un cambio de hábitos de consumo (el comportamiento del usuario sigue siendo el mismo), sino

un menor consumo energético porque se consume menos energía para realizar el mismo servicio. Por ejemplo, la eficiencia energética incluye el uso de microondas de "clase energética A" (de menor consumo) en lugar de microondas de "clase energética E" (de mayor consumo). El modo de consumo no ha cambiado se sigue calentando los alimentos de la misma manera, pero consumiendo menos energía, los ahorros se obtienen porque al hacer lo mismo un microondas clase A consume menos energía que un microondas clase E (Schallenberg et al., 2018).

### **1.3 Indicadores del ranking UI GreenMetric**

Un indicador es un instrumento que puede mostrar características numéricas o describir cualidades, proporcionando indicios o signos de una situación, acción o resultado. Proporciona una señal relacionada con una sola pieza de información, pero eso no significa que no pueda interpretarse de manera diferente en otros contextos. Los indicadores cotidianos solo ofrecen una única información: una dirección, una ubicación, una indicación o alguna otra señal; esta información es suficiente para el propósito con el que están asociados. Para simplificar la evaluación de los resultados de un proyecto o programa, los indicadores deben mostrar necesariamente la relación entre dos o más variables. Además, es crucial que los indicadores estén contextualizados, lo que significa que se deben describir algunas características geográficas o temporales para que el indicador refleje con precisión el fenómeno que se pretende medir (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL], 2013).

Un indicador debería, en teoría, tener las siguientes dos cualidades:

- a) Necesita mostrar una conexión entre dos o más variables.
- b) Debe situarse en un contexto al menos geográfico y temporal.

Para poder definir de que se trata un indicador, es importante iniciar determinando las dos características de los indicadores, esto permite identificar las variables que se están relacionando y también el espacio en donde se da a lugar el indicador; cada indicador tiene una razón de ser que es específica, con el fin de llegar a cumplir un objetivo o un logro, esto implica que surjan una serie de indicadores, que tienen características distintas debido a que estos son aplicados para distintos tiempos, funcionalidades y fases de un proyecto.

#### **1.3.1 Ámbitos de desempeño del indicador**

Para poder entender este apartado se toma como guía a la Fig.1, en ella se define dos columnas, la una es sobre el "ámbito de desempeño" como por ejemplo la sección de

“procesos”, los mismos que deben ser moderados en cada nivel de la columna de “objetivo”, en este último tenemos las actividades, estas permiten verificar el trabajo que cumple el programa, también se tiene los componentes, que se asocian a la generación y entrega de los productos o servicios; el propósito tiene como objetivo brindar resultados concretos del programa, y por último, el fin percibe el efecto de éste sobre un objetivo de mayor alcance en el mediano plazo. Todas las secciones del ámbito de desempeño están relacionadas a objetivos de diferente dificultad, por ello la importancia de proporcionar criterios que permitan controlar las diferentes fases del proyecto (CONEVAL, 2013).



Fig. 1 Ámbitos de desempeño de indicadores

Fuente: CONEVAL (2013)

### 1.3.2 Dimensiones de un indicador

Los indicadores pueden realizar un seguimiento del logro de los objetivos a los que están vinculadas, pero pueden medir diferentes medidas de rendimiento para el mismo objetivo. La dimensión del indicador se define como la medida del logro del objetivo, es decir, la perspectiva desde la cual se mide cada objetivo. Para los indicadores, se tienen en cuenta cuatro parámetros principales., tal y como se muestra en la Fig.2, estos son: eficacia, eficiencia, calidad y economía (CONEVAL, 2013).

Cuando se mide:		Se está midiendo:		Los indicadores recomendados:
Impacto	▶	Fin	▶	• Eficacia
Resultados	▶	Propósito	▶	• Eficacia • Eficiencia
Productos	▶	Componente	▶	• Eficacia • Eficiencia • Calidad
Procesos	▶	Actividades	▶	• Eficacia • Eficiencia • Economía

Fig. 2 Dimensiones de los indicadores

Fuente: CONEVAL (2013)

Aunque sería ideal medir cada aspecto del logro, hacerlo no es sencillo ni asequible. Esto hace que sea prudente medir solo algunas dimensiones en cada nivel, pero esto no debe interpretarse como restrictivo o excluyente. La Fig.2 muestra las dimensiones de logro que se recomienda medir en cada nivel, así como también cómo se relacionan con el rango de desempeño. Las dimensiones de calidad y economía se recomiendan para uso en productos y procesos, respectivamente, mientras que la dimensión de eficiencia se puede utilizar en procesos, productos y resultados. La única dimensión que se recomienda medir en todos los niveles es la eficacia (CONEVAL, 2013).

### 1.3.2.1 Indicador de eficacia

Los indicadores de eficacia cuantifican qué tan cerca se está siguiendo un objetivo dado; en otras palabras, muestran qué tan bien se están logrando las metas establecidas. Estos indicadores se pueden encontrar en cualquiera de los niveles de la Fig.1, porque la información que brindan se relaciona con el cumplimiento de los objetivos. Las características de los bienes y servicios o el uso de los recursos, sin embargo, no son revelados por estos indicadores. Dependiendo de la meta, puede ser necesario agregar otro indicador de diferente dimensión a la información sobre actividad, componente y propósito (CONEVAL, 2013).

### **1.3.2.2 Indicador de eficiencia**

Los indicadores de eficiencia rastrean cómo los recursos utilizados para completar el proyecto se comparan con qué tan bien se completó. Estos indicadores incluyen no solo los recursos financieros sino también los recursos humanos y materiales que el proyecto utiliza para cumplir con el objetivo específico. Cuantifican los costes asociados a la consecución del objetivo propuesto (CONEVAL, 2013).

### **1.3.2.3 Indicador de economía**

Los indicadores económicos miden la capacidad del programa para administrar, producir o movilizar recursos financieros de manera efectiva. La capacidad del programa para atraer recursos financieros externos que le permitan fortalecer su capacidad financiera y recuperar los recursos financieros prestados se cuantifica mediante estos indicadores, que también sirven para medir el uso adecuado de estos recursos (CONEVAL, 2013).

### **1.3.2.4 Indicador de calidad**

Las cualidades, capacidades o características que poseen o deberían poseer los bienes y servicios producidos se miden mediante indicadores de calidad. Los programas especifican los requisitos mínimos que deben cumplir los bienes y servicios que se brindan a la población. Los indicadores de calidad permiten monitorear las características de estos productos desde varios ángulos, incluyendo la oportunidad, la accesibilidad, la percepción del usuario y la precisión en la prestación del servicio. (CONEVAL, 2013).

## **1.3.3 Determinación de la frecuencia del indicador**

Aunque determinar dicha frecuencia es generalmente intuitivo, es útil resaltar algunos puntos. Volviendo a los ámbitos de desempeño y el proceso de producción del programa, los resultados se muestran en orden cronológico, lo que significa que las actividades se completan antes que los componentes y un tiempo significativo antes del propósito o fin (CONEVAL, 2013).

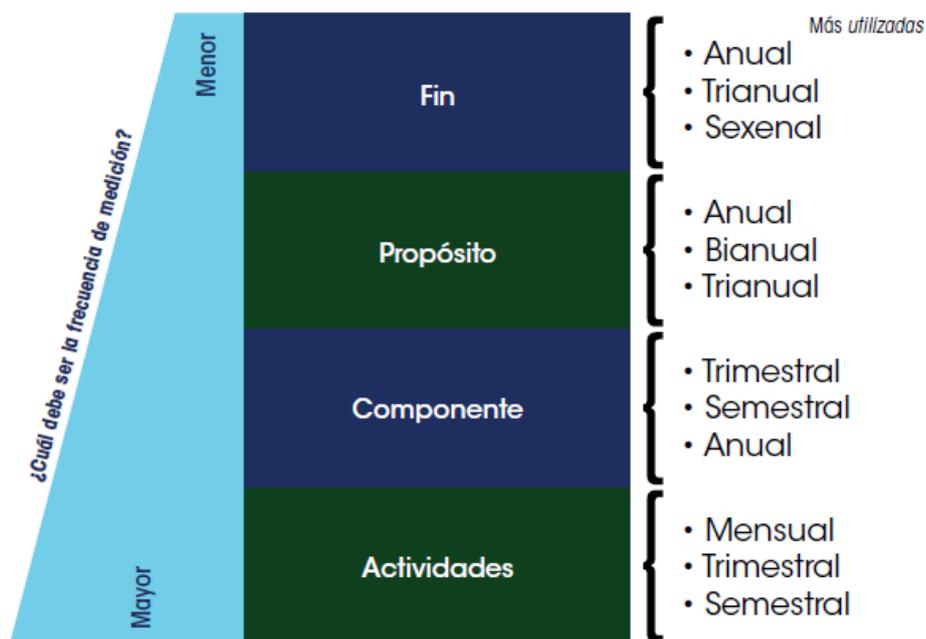


Fig. 3 Frecuencia de medición del indicador

Fuente: CONEVAL (2013)

### 1.3.4 Medios de verificación de indicadores UI GreenMetric

Los medios de verificación coinciden con las fuentes de información donde se cuenta con la información requerida y suficiente para construir el indicador indicado. Dichas herramientas incluyen bases de datos procesadas, documentos o informes internos del proyecto, documentos oficiales y otras herramientas. A diferencia de los indicadores, los medios de verificación pueden repetirse en varios niveles, dependiendo de los indicadores establecidos. Mediante los medios de verificación se puede transparentar el funcionamiento del proyecto, pero también permiten determinar si se puede construir o no un indicador propuesto (CONEVAL, 2013).

Para el caso del ranking UI GreenMetric, se llena un formulario el cual es de opción múltiple y en algunos indicadores son datos, los mismos que deben ser aproximados y justificados a través de archivos adjuntos que evidencien dichos datos, estos pueden ser cálculos estimados, artículos o informes, esto se hace con el fin de comprobar que los datos que está enviando la universidad sean reales, adicional a esto, se resalta que en algunos indicadores el ranking no solicita que se adjunte evidencias del mismo.

### 1.4 Metodología UI GreenMetric

En este apartado se indica la metodología que aplica el ranking UI GreenMetric para evaluar a las universidades que postulan cada año, con el fin de ingresar al ranking o mejorar la puntuación con respecto a años anteriores, esto en el caso de que la universidad ya participó en años anteriores. A continuación, se muestran los puntos que considera el ranking, como lo es su filosofía, criterios e indicadores, puntuación, la ponderación de los criterios y la mejora de su instrumento de investigación:

#### 1.4.1 Filosofía

Según UI GreenMetric (2021), la metodología del ranking UI GreenMetric parte de 3 bases principales que sostienen el concepto de sostenibilidad las cuales son: medio ambiente, sociedad y economía, de acuerdo a estos 3 conceptos es que radica todo el cuestionario, el cual de acuerdo a la puntuación obtenida posiciona a la universidad en el ranking.

#### 1.4.2 Criterios e Indicadores

De acuerdo a UI GreenMetric (2021), los criterios que se consideran en el ranking parten de una necesidad previa por parte de las universidades, con el fin de orientar sus planes hacia conceptos verdes. La información que el ranking solicita parte desde información básica, como lo es el tamaño de la universidad hasta información más detallada, como la gestión de residuos o uso del agua, de esta forma el ranking analiza de qué manera las universidades abordan los problemas acerca de sostenibilidad y cómo afrontan estos problemas por medio de políticas o acciones.

Con el pasar de los años las categorías y su valoración han ido modificándose, de tal modo que estas van ajustándose a nuevas incógnitas que se plantean y que no se consideraban anteriormente, en la TABLA 1.1 se muestran las categorías que se consideraron para el año 2021, con sus respectivas ponderaciones, donde se destaca que la categoría “Energía y Cambio Climático” abarca el 21 % del total de la valoración del ranking, por ello resalto su importancia y mayor interés.

TABLA 1.1

Ponderación de las categorías consideradas en el ranking.

Nº	Categoría	Porcentaje de Puntos Totales (%)
1	Entorno e Infraestructura (SI)	15
2	Energía y Cambio Climático	21
3	Residuos(WR)	18
4	Agua(WR)	10
5	Transporte(TR)	18

6	Educación e Investigación(ED)	18
Total		100

Fuente: UI GreenMetric (2021)

La presente investigación está realizada en función única y exclusivamente de la categoría “Energía y Cambio Climático”, la cual cuenta con 10 indicadores con su respectiva valoración determinadas por la UI GreenMetric World University Ranking, tal y como se muestra en la TABLA 1.2.

TABLA 1.2

Indicadores de la categoría "Energía y Cambio Climático"

Nº	Indicador	Puntos	Ponderación
EC1	Uso de electrodomésticos de bajo consumo	200	
EC2	Implementación de edificios inteligentes	300	
EC3	Número de fuentes de energía renovable en el campus	300	
EC4	Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus (kWh por persona)	300	
EC5	La proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año	200	
EC6	Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación	200	
EC7	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	200	
EC8	Huella de carbono total dividida por la población total del campus (toneladas métricas por persona)	200	
EC9	Número de programas innovadores durante la pandemia de covid-19	100	
EC10	Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático	100	
Total		2100	21%

Fuente: UI GreenMetric (2021)

### 1.4.3 Puntuación

La puntuación de cada indicador deberá ser numérica, esto con el fin de poder tabularlos y analizarlos estadísticamente. El ranking establece un método de puntuación de simples conteos o en otros casos respuestas de una escala de algún tipo (UI GreenMetric, 2021).

#### **1.4.4 Ponderación de los criterios**

Cada criterio que se evalúa en el ranking mantiene cierta clase información determinada, después se analizan los resultados de los criterios, esto con el fin de ponderar las puntuaciones reales para poder establecer un cálculo final (UI GreenMetric, 2021).

#### **1.4.5 Mejora del instrumento de investigación**

El ranking ha sido diseñado e implementado con gran esfuerzo, sin embargo, al ser este un formato similar a las primeras versiones, presumen que con el pasar del tiempo este tendrá deficiencias, es por ello que se contemplan futuras revisiones tanto en los criterios e indicadores que se analizan, como también sus ponderaciones, es por ello que el ranking está en constantes modificaciones y actualizaciones (UI GreenMetric, 2021).

### **1.5 Categoría Energía y Cambio Climático (EC)**

Como se detalla en la TABLA 1.2, esta categoría cuenta con 10 indicadores, los cuales cuentan con su respectiva valoración, sin embargo, se presentan 4 indicadores adicionales que son complementarios y no tienen una valoración, pero sirven de ayuda para el cálculo de indicadores como la implementación de edificios inteligentes o para el cálculo del consumo total de electricidad del campus, además, en cada indicador se debe seleccionar un número, el cual indica un rango o intervalo según el enunciado del indicador, es importante mencionar que a pesar de que se proporcione los datos en cada indicador es necesario presentar evidencias en los indicadores.

#### **1.5.1 Uso de electrodomésticos de bajo consumo**

En este indicador se realiza una comparativa entre la cantidad de electrodomésticos de bajo consumo y la cantidad de dispositivos convencionales utilizados en el campus, los mismos que se deben indicar mediante un porcentaje. Para el caso de las universidades el ranking recomienda hacer uso de aparatos que ahorran energía, dentro de este ámbito se encuentran el uso de bombillas LED, aire acondicionado con tecnología Inverter, y por último se debe optar por el uso de computadoras con certificación Energy Start. (UI GreenMetric, 2021). A continuación, se presenta los intervalos de porcentaje que representa el tener este tipo de aparatos de ahorro de energía:

- [1]<1%
- [2] 1-25%
- [3]> 25-50%
- [4]>50-75%

- [5]>75%

Este es un indicador de eficiencia, y pertenece al ámbito de desempeño de procesos, debido a que la institución tiene un control directo sobre este indicador, es decir, para poder obtener una mejor valoración en este indicador, es necesario hacer un cambio de equipamientos, esto requiere de una inversión económica relativamente alta, pero está en decisión de las autoridades de la institución en destinar parte de su presupuesto a aparatos con menor consumo de energía eléctrica.

Las mediciones de este indicador al ser esta una actividad, pueden ser mensuales o trimestrales, para poder verificar este indicador hay dos opciones, la primera es que la propia institución tenga una base de datos en el que lleve el conteo de los equipamientos que tiene en sus instalaciones, de no ser este el caso, la segunda opción es por medio de encuestas o entrevistas al personal encargado para las distintas áreas de la institución.

#### **1.5.1.1 Tecnología Inverter**

La tecnología Inverter se usa en dispositivos de aire acondicionado, en donde se ajusta la velocidad del compresor para cumplir con los requerimientos de carga, propiciando un rápido enfriamiento y reduciendo el consumo de energía, mientras previene el ciclado frecuente de la unidad (Ingersoll Rand, 2015). A continuación, se presentan las características que tienen los dispositivos que adoptan este tipo de tecnología:

- a) Amplio rango de operación.
- b) Mayor ahorro de energía.
- c) Calidad del aire interior mejorado.
- d) Diseño adaptable.
- e) Control remoto de fácil uso.

#### **1.5.1.2 Certificación ENERGY STAR**

ENERGY STAR es el distintivo amparado por el gobierno de los Estados Unidos para la eficiencia energética, facilitando información simple, creíble e imparcial en la que los compradores y las compañías confían para tomar decisiones bien informadas. La certificación Energy STAR suministra a los consumidores y las empresas la compra de productos que les permitan ahorrar dinero y proteger el medio ambiente. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) se asegura de que cada producto que obtenga la etiqueta esté certificado de forma independiente para brindar el rendimiento eficiente y los ahorros que los consumidores esperan (ENERGY STAR, 2021).

## **1.5.2 Área total del edificio inteligente del campus**

Este indicador debe contener detalles sobre el área total (incluidas las plantas bajas y otros pisos) de los edificios inteligentes de la institución en el campus. Para referirse a un edificio inteligente, este debe cumplir con características esenciales que los distinguen de los otros, un edificio inteligente es catalogado como tal cuando este es automatizado, seguro (proporciona seguridad física y en su infraestructura tiene instalados sensores de presencia y un sistema de video vigilancia), energía, agua (condiciones de salud pública relacionadas con el agua potable), ambiente interior (confort térmico y calidad del aire dentro de la infraestructura), y por último, iluminación de bajo consumo. (UI GreenMetric, 2021).

Este es un indicador de calidad, debido a que nos permite monitorear atributos que en este caso corresponden a los de un edificio inteligente, el indicador pertenece al ámbito de desempeño de productos, porque la institución tiene un control directo sobre este indicador, puesto que una institución tiene la capacidad de transformar un área determinada, implementando aparatos tecnológicos, que cumplan con las características de un edificio inteligente.

Las mediciones de este indicador al ser este un componente, pueden ser trimestrales, semestrales o anuales, aunque para este indicador en particular se recomienda que sean trimestrales, esto con el fin de obtener un valor estimado más exacto. Para este indicador no es necesario realizar una verificación, ya que el ranking no lo requiere. Es importante resaltar que los edificios inteligentes deben estar respaldados por la presencia de los siguientes sistemas:

### **1.5.2.1 Sistema de Gestión de Edificios (BMS)**

Este sistema está destinado a simplificar procesos y reducir costos del edificio inteligente en consideración, para lograr los máximos beneficios posibles de los edificios inteligentes, los parámetros relacionados con los ocupantes y el medio ambiente es necesario incluir variables en el sistema de gestión. Diseñar un sistema de gestión de edificios que integre todos los aspectos del edificio es una tarea desafiante debido a las grandes diferencias en los componentes del edificio, los grandes volúmenes de datos, la heterogeneidad de la dinámica del edificio y las incertidumbres inevitables. Para abordar estos desafíos, todos los requisitos del edificio, en términos de seguridad y protección, criterios de comodidad, especificaciones de rendimiento y costos operativos, deben formularse e incluirse en el sistema de gestión de edificios en tiempo real. Además, para mejorar el rendimiento del sistema de gestión de edificios, se deben considerar en el diseño de control los parámetros relacionados con los

ocupantes, como el comportamiento de los ocupantes, sus preferencias y sus interacciones con el edificio. Se han propuesto varios sistemas de control para la gestión inteligente de edificios en las últimas décadas (Eini et al., 2021).

### **1.5.2.2 Modelado de Información de Edificios (BIM)**

El Modelado de Información de Edificios o más conocido como *Building Information Modeling*, es la creación de modelos que integran todos los aspectos del ciclo de vida del edificio y permiten una mejor coordinación de las fases de concepción, diseño, construcción, operación y demolición. Los grupos de trabajo de hoy tienen la capacidad de compartir la misma base de datos de toda la información de construcción e intercambiar la información necesaria para la toma de decisiones en tiempo real. La clave de BIM no es crear un modelo, sino integrar modelos que contengan información desde el punto de vista de arquitectos, ingenieros civiles, ingenieros eléctricos, subcontratistas y constructores (Chonkan, 2016).

### **1.5.2.3 Sistema de Automatización de Edificios (BAS)**

Un Sistema de Automatización de Edificios o *Building Automation Systems*, consiste en un sistema instalado en edificios que controla y monitorea los servicios del edificio responsables de calefacción, refrigeración, ventilación, aire acondicionado, iluminación, sombreado, seguridad humana, sistemas de seguridad de alarma y muchos más. Un BAS tiene como objetivo automatizar tareas en entornos tecnológicamente habilitados, coordinando una serie de dispositivos eléctricos y mecánicos interconectados de manera distribuida por medio de redes de control subyacentes. Estos sistemas pueden implementarse en infraestructuras industriales como fábricas, edificios empresariales y centros comerciales, o incluso en el ámbito doméstico (Domingues et al., 2016).

La automatización de edificios ha recibido una mayor atención debido a su potencial para reducir el consumo de energía y facilitar la operación, el control y el mantenimiento del edificio, al mismo tiempo que mejora la satisfacción de los ocupantes. Estos sistemas logran tal potencial mediante el empleo de una amplia gama de sensores para detectar temperatura, concentración de CO<sub>2</sub>, flujo de aire zonal, niveles de luz diurna, niveles de ocupación, que brindan información que permite la toma de decisiones sobre cómo se controlará el equipo del edificio, con el objetivo de reducir los gastos y mantener la comodidad de los ocupantes (Domingues et al., 2016).

#### **1.5.2.4 Sistema de Gestión de Instalaciones (FMS)**

Los Sistemas de Gestión de Instalaciones (FMS) representan un enfoque integrado para operar, mantener, mejorar e incluso adaptar un edificio para promover un entorno productivo que respalde sus necesidades estratégicas, como mantener el bienestar y la productividad de sus ocupantes, además, los profesionales de se dedican a la gestión de instalaciones están preocupados por la detección de anomalías de activos para varios sistemas integrados en edificios, como el sistema mecánico, el sistema eléctrico y el sistema de plomería, debido a que los activos son responsables de asumir la mayor parte de la funcionalidad de servicio de un edificio. Realizar estudios sobre el monitoreo de activos permite mejorar la seguridad, la eficiencia y la calidad de los procesos de operación de edificios, lo que indica que la combinación del Modelo de Información de Edificios (BIM) y el sistema automatizado de monitoreo de activos contribuyen a mejorar la calidad del ambiente interior de una edificación (Xie et al., 2020).

Todos los sistemas anterior mente mencionados (BMS, BIM, BAS, FMS), emplean sistemas de hardware y software para la recolección de datos, gestión, control y monitoreo de los sistemas mecánicos y/o eléctricos del edificio, por ejemplo, sistemas de ventilación, hidráulicos, de iluminación, fuerza electromotora, sistemas de seguridad, prevención de incendios. A lo largo de la vida útil del edificio, cada característica debe estar diseñada para tener un impacto positivo en el medio ambiente (UI GreenMetric, 2021).

#### **1.5.3 Implementación de edificios inteligentes**

Los edificios inteligentes son el principal punto de partida para transformar las ciudades en ciudades inteligentes. Los edificios inteligentes son microcosmos de ciudades inteligentes, con necesidades superpuestas, desde administrar la iluminación y la energía hasta brindar seguridad a los residentes. En un edificio inteligente, se integran varias tecnologías, que incluyen análisis de datos, adquisición de datos, almacenamiento de datos y visualización de datos, para brindar servicios de alta calidad, seguros, protegidos y rentables a los ocupantes. Los beneficios de los edificios inteligentes de hoy incluyen no solo la eficiencia energética y la comodidad, sino también el aprendizaje de las características y preferencias de los ocupantes, así como las condiciones ambientales cambiantes, e interactuar con ellas o adaptarse a ellas (Eini et al., 2021).

En este criterio es necesario proporcionar la fase de implementación de edificios inteligentes en la institución, este debe reflejarse en porcentaje, y de determina de acuerdo a la superficie total del edificio inteligente con respecto al total de todas las superficies del

edificio (área del edificio inteligente y no inteligente). De acuerdo a (UI GreenMetric, 2021), con la Ecuación 1 podemos calcular este porcentaje y seleccionar la opción que corresponda:

$$\text{Edificios inteligentes} = \frac{\text{Área total del edificio inteligente del campus(m}^2\text{)}}{\text{Área total de edificios del campus(m}^2\text{)}} \times 100\% \quad (1)$$

- [1] <1%
- [2] 1-25%
- [3] > 25-50%
- [4] >50-75%
- [5] >75%

Este es un indicador de calidad, debido a que compara los atributos de un edificio inteligente frente a un edificio convencional, pertenece al ámbito de desempeño de productos, porque se considera las características de todos los bienes y servicios que se tiene en el campus. Las mediciones de este indicador al ser esta un componente, pueden ser trimestrales, semestrales y anuales, para poder verificar este indicador se debe presentar un documento donde se enliste los componentes que contiene cada edificio inteligente.

#### **1.5.4 Número de fuentes de energía renovables en el campus**

Hay muchas opciones de suministro de energía con bajas emisiones de carbono que, cuando se combinan con una mayor eficiencia energética, pueden ayudar a lograr estas bajas concentraciones de gases de efecto invernadero. Las energías renovables se convertirán en la opción dominante para el 2050 en la mayor parte del mundo. La introducción de fuentes de energía renovable ha aumentado rápidamente en los últimos años. Los diferentes tipos de políticas gubernamentales, las tecnologías de energía renovable más baratas, los cambios en los precios de los combustibles fósiles, el aumento de la demanda de energía y otros factores han estimulado un uso más amplio de las fuentes de energía renovable (Edenhofer et al., 2011).

En este indicador se considera que la disponibilidad de más fuentes de energía renovable permite indicar que una universidad se ha esforzado más en proporcionar energías alternativas, debido a que el implementar este tipo de energías está altamente relacionado con la sostenibilidad del medio ambiente. (UI GreenMetric, 2021). Para indicar el número de fuentes de energía renovable utilizadas en el campus de la universidad se debe seleccionar de acuerdo a la siguiente numeración, donde seleccionando 1, significa que no se cuenta con

ningún tipo de energía renovable y seleccionado 5, significa que se cuenta con más de 3 fuentes de energía en el campus.

- [1] Ninguno
- [2] 1 fuente
- [3] 2 fuentes
- [4] 3 fuentes
- [5] > 3 fuentes

Este es un indicador de eficiencia, y pertenece al ámbito de desempeño de procesos, debido a que las instituciones tienen la capacidad de implementar energías renovables en sus instalaciones, no se toma en cuenta el valor económico que requiera la implantación de las mismas, ya que el fin de este indicador es cuantificar la cantidad de fuentes de energía renovables en el campus.

Las mediciones de este indicador al ser esta una actividad, pueden ser mensuales, trimestrales o semestrales, aunque para este indicador en particular se recomienda que sean semestrales, porque el implementar una fuente de energía renovable lleva tiempo, tanto en la realización de estudios como también en la instalación, por ello realizar una medición mensualmente no sería lo indicado porque no habría cambios, y se tendrían datos de mediciones anteriores. Para este indicador no es necesario realizar una verificación, ya que el ranking no lo requiere.

### **1.5.5 Fuentes de energía renovables y su capacidad**

El potencial teórico de las energías renovables supera con creces las necesidades energéticas globales actuales y proyectadas, pero el principal desafío es capturar y aprovechar gran parte de este potencial para brindar los servicios energéticos deseados de manera rentable, económica y oportuna. (Edenhofer et al., 2011).

En la Fig.4, las líneas continuas indican posibles rutas de energía. Los servicios de energía proporcionados a los usuarios pueden requerir cantidades variables de energía para el uso final. Por el contrario, esta energía puede ser aportada con un mayor o menor porcentaje de energía primaria procedente de distintas fuentes, así como con distintas emisiones de CO<sub>2</sub> e impactos ambientales (Edenhofer et al., 2011).

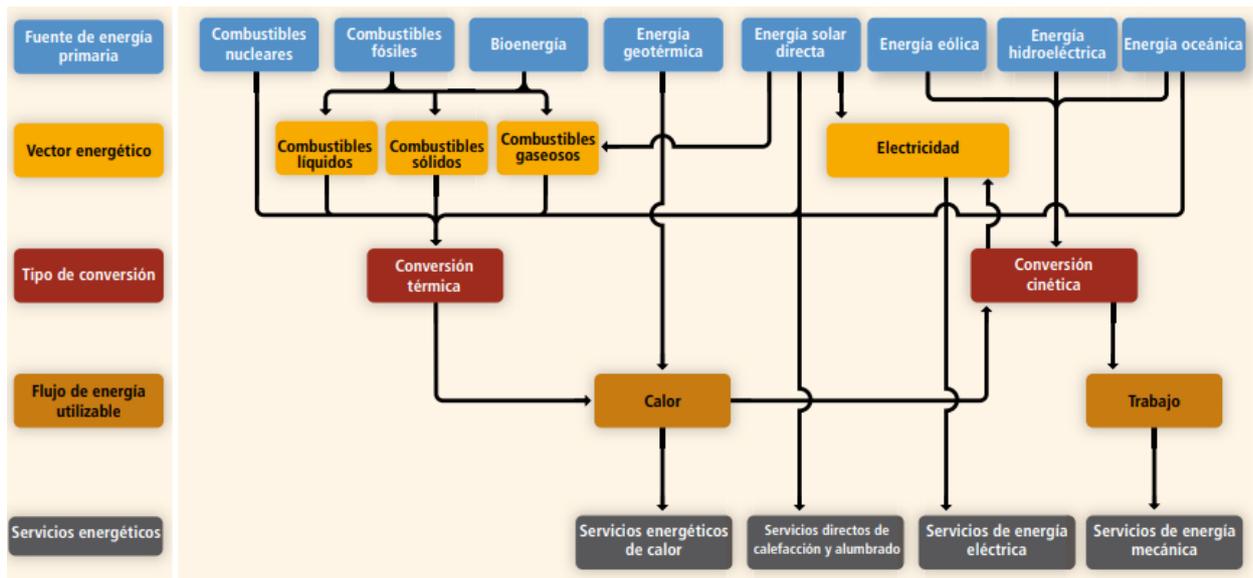


Fig. 4 Trayectorias ilustrativas de la energía desde sus fuentes hasta los servicios

Fuente: Edenhofer et al. (2011)

El potencial técnico global de las fuentes de energía renovables tampoco impedirá la expansión constante del mercado. A pesar de la amplia gama de estimaciones que se pueden encontrar en la literatura científica, los estudios han llegado consistentemente a la conclusión de que el potencial técnico global total de las energías renovables es mucho mayor que la demanda de energía global actual y proyectada. Todas las fuentes de energía renovable tienen algún potencial técnico, pero la energía solar tiene el más alto. Las otras modalidades también tienen mucho potencial técnico. La implementación de las energías renovables difícilmente se verá limitada por su potencial técnico absoluto a escala global (Edenhofer et al., 2011).

Las fuentes de energía renovable se pueden incorporar en sistemas eléctricos de todos los tamaños y formas, desde redes masivas a nivel nacional hasta estructuras diminutas e independientes. La integración de la energía renovable es específica del sitio, contextual y compleja, ya sea que se utilice para producir electricidad, calor, refrigeración o combustibles gaseosos o líquidos. En comparación con la energía hidroeléctrica, la bioenergía y la geotermia totalmente entregables, la energía eólica y solar parcialmente entregable puede ser más difícil de integrar (Edenhofer et al., 2011).

En este indicador se debe seleccionar al menos una de las fuentes de energía alternativas utilizadas en el campus de la universidad, las mismas que se muestran en la lista a continuación, y proporcionar la capacidad de la energía producida en kilovatios-hora:

- [1] Ninguno
- [2] Biodiesel

- [3] Biomasa limpia
- [4] Energía solar
- [5] Geotérmica
- [6] Energía eólica
- [7] Energía hidroeléctrica
- [8] Ciclo combinado

Este es un indicador de eficacia, y pertenece al ámbito de desempeño de resultados, debido a que las instituciones no tienen un control directo sobre este indicador, pero sí influencia directa, ya que una institución puede verse limitada por una cantidad mínima de fuentes de energía renovable, pero aun así logran generar una cantidad de energía eléctrica considerable.

Las mediciones de este indicador al ser este un propósito, pueden ser anuales, bianuales o trianuales; se recomienda que para este indicador las mediciones sean anuales ya que es un tiempo considerable para ver cambios, como por ejemplo la nueva instalación de un panel fotovoltaico. Para la verificación de este indicador es necesario únicamente la presentación del listado de los aparatos que se alimentó con las fuentes de energía renovable, y las características de los equipos empleados en ellas.

#### **1.5.6 Consumo de electricidad por año**

Este es uno de los indicadores más simples de evaluar, ya que únicamente se debe proporcionar la energía total consumida en los últimos 12 meses del área total de la institución (en kilovatios hora) para usos diarios como pueden ser iluminación, calefacción, refrigeración, funcionamiento de laboratorios universitarios, etc. (UI GreenMetric, 2021).

Este es un indicador de eficacia, y pertenece al ámbito de desempeño de procesos, debido a que la institución tiene el control directo de este indicador, además de estar ligado con el primer indicador, el cual es el uso de electrodomésticos de bajo consumo, esta relación permite a la institución consumir menos energía eléctrica.

Las mediciones de este indicador al ser esta una actividad, pueden ser mensuales o anuales, pero comúnmente este indicador se lo realiza mensualmente, para poder verificar este indicador se debe presentar las planillas de luz de la institución.

### 1.5.7 Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus

Las universidades se encuentran en un constante progreso, debido a que cada año ingresan nuevos estudiantes, los mismos que necesitan instalaciones de calidad, es decir, que tengan un ambiente adecuado para desarrollar sus actividades académicas, donde cuenten con el servicio de electricidad. “El sector energético influye en cada aspecto del diario accionar de nuestra sociedad: transporte, telecomunicaciones, calefacción y enfriamiento, cocción y fuerza motriz industrial, requieren de energía para su funcionamiento” (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables [MERNNRD], 2019, p.18). Gran parte de la electricidad que se consume en las universidades son para fines de iluminación tanto para aulas, pasillos, exteriores de los bloques universitarios y energizar dispositivos electrónicos, esta relación es la que se debe indicar en este indicador; de acuerdo a (UI GreenMetric, 2021) en la Ecuación 2, se debe proporcionar el uso total de electricidad dividido por la población total del campus, y de acuerdo a este valor se debe seleccionar al intervalo que corresponda.

$$\text{Consumo Total de Electricidad del Campus} = \frac{\text{Consumo de electricidad por año}}{\text{Población total estimada del campus}} \quad (2)$$

- [1]  $\geq 2424$  kWh
- [2]  $> 1535 - 2424$  kWh
- [3]  $> 633 - 1535$  kWh
- [4]  $> 279 - 633$  kWh
- [5]  $< 279$  kWh

Este es un indicador de eficiencia, y pertenece al ámbito de desempeño de procesos, debido a que la institución tiene un control directo sobre este indicador, puesto que el consumo de electricidad por año puede variar, si las instituciones aplican las medidas recomendadas en el primer indicador y con ello lograr obtener un menor consumo total de electricidad en el campus de la institución.

Las mediciones de este indicador al ser esta una actividad, pueden ser mensuales, trimestrales o semestrales, sin embargo, de acuerdo a la Ecuación 2, este cálculo se lo debe hacer con el consumo de electricidad por año, mas no trimestral o semestral. Este indicador no necesita verificación, ya que el ranking no lo requiere.

### **1.5.8 La relación de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año**

En este indicador es necesario presentar la proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año. Se debe seleccionar una de las siguientes opciones:

- [1]  $\leq 0,5\%$
- [2]  $> 0,5-1 \%$
- [3]  $> 1- 2 \%$
- [4]  $> 2 - 25 \%$
- [5]  $> 25 \%$

Este es un indicador de eficiencia, y pertenece al ámbito de desempeño de procesos, debido a que la institución tiene un control directo sobre este indicador, puesto que la institución puede implementar fuentes de energía renovable, que alimenten a equipos de calefacción o sistemas de video vigilancia, que a pesar de que son equipos que no requieren mucha potencia, aumentan la valoración en este indicador.

Las mediciones de este indicador al ser esta una actividad, pueden ser mensuales, trimestrales o semestrales, sin embargo, este cálculo se lo debe hacer con el uso total de energía por año, mas no trimestral o semestral. Para la verificación de este indicador es necesario presentar la energía total generada por las fuentes de energía renovables.

### **1.5.9 Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación**

Se debe proporcionar información sobre los factores de la implementación de edificios sostenibles tal como se reflejan en las políticas de construcción y renovación de la institución, es decir, ventilación natural, iluminación natural total, la existencia de un administrador de energía del edificio y la existencia de edificios ecológicos, etc. Es necesario seleccionar según corresponda, de acuerdo a los siguientes puntos, se debe tener en cuenta que si en la universidad no existe la implementación de edificios ecológicos se debe seleccionar la primera opción (UI GreenMetric, 2021).

- [1] Ninguno
- [2] 1 elemento
- [3] 2 elementos
- [4] 3 elementos

- [5] > 3 elementos

Este es un indicador de calidad, debido a que se realiza una inspección de atributos o cumplimiento de características para que un edificio de la institución sea considerado ecológico. Las mediciones de este indicador al ser esta un componente, pueden ser trimestrales, semestrales y anuales, para poder verificar este indicador se debe presentar un documento donde se enliste los componentes que contiene cada edificio que sea considerado ecológico.

### 1.5.10 Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

En este indicador es necesario seleccionar el estado actual de la institución en la provisión de programas concretos (de cualquier alcance) para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. La TABLA 1.3 donde se enlista las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, sirve como referencia para poder seleccionar el tipo de programa que tiene la universidad frente a la reducción de GEI, se debe seleccionar uno de los siguientes puntos teniendo en cuenta que el primer punto (ninguno), se debe seleccionar si se necesita un programa de reducción, pero no se ha hecho nada en la universidad. (UI GreenMetric, 2021)

- [1] Ninguno
- [2] Programa en preparación (es decir un estudio de factibilidad y promoción)
- [3] Programa(s) que tienen como objetivo reducir uno de los tres alcances de emisiones (Alcance 1 o 2 o 3)
- [4] Programas que tienen como objetivo reducir dos de los tres alcances de emisiones (Alcance 1 y 2 o Alcance 1 y 3 o Alcance 2 y 3)
- [5] Programas que tienen como objetivo reducir las emisiones de los tres alcances (Alcance 1, 2 y 3)

TABLA 1.3

Alcances de los gases de efecto invernadero

Datos de emisiones		Definición
Alcance 1	Combustión estacionaria	La combustión estacionaria se refiere a la quema de combustibles para producir electricidad, vapor y calor en un lugar fijo, como calderas, quemadores, calentadores, hornos y motores.

	Combustión móvil	Quema de combustibles por medios de transporte propiedad de la institución.
	Emisiones de proceso	Emisiones directas de gases de efecto invernadero (GEI) de procesos físicos o químicos en lugar de la combustión de combustibles.
	Emisiones fugitivas	Emisiones de hidrofluorocarburos durante el uso de equipos de refrigeración y aire acondicionado y fugas de metano del transporte de gas natural.
Alcance 2	Electricidad comprada	Emisiones indirectas de GEI resultantes de la generación de electricidad comprada y utilizada por la institución.
	Desperdicios	Emisiones indirectas de GEI resultantes de la incineración o relleno sanitario de los residuos sólidos de la institución.
	Agua comprada	Emisiones indirectas de GEI resultantes de la generación de suministro de agua comprada y utilizada por la institución.
Alcance 3	Desplazamientos	Emisiones indirectas de GEI resultantes de los desplazamientos regulares hacia y desde las instituciones por parte de estudiantes y empleados.
	Viaje aéreo	Emisiones indirectas de GEI derivadas de viajes aéreos pagados por instituciones.

Fuente: Woo y Choi (2013)

Este es un indicador de eficacia, y pertenece al ámbito de desempeño de efectos, debido a que la institución no tiene un control directo y tampoco una influencia directa sobre este indicador, concretamente lo que se tiene es una influencia indirecta, es decir, que a pesar de que la institución realice programas contra las emisiones de GEI, no depende de ella el obtener los resultados deseados.

Las mediciones de este indicador al ser esta un objetivo de fin, pueden ser anuales, trianuales o sexenales. Este indicador mide el impacto social y económico que causa un determinado problema, que en este caso es el aumento de emisiones de GEI, por ello la manera de verificar este indicador es presentando resultados de encuestas y entrevistas, a las personas que formaron parte del programa.

#### **1.5.11 Huella de carbono total**

Se debe proporcionar la huella de carbono total de la institución, es importante excluir la huella de carbono del alcance 3 y las fuentes secundarias de carbono, de esa forma se facilitará el cálculo de la huella de carbono de la universidad. (UI GreenMetric, 2021)

Este es un indicador de eficiencia, y pertenece al ámbito de desempeño de procesos, las mediciones de este indicador al ser esta una actividad, pueden ser mensuales o trimestrales, pero en este caso es anual debido a que el indicador lo especifica, para poder verificar este indicador se debe presentar el método y las variables que se consideraron para calcular la huella de carbono de la institución.

#### **1.5.12 Huella de carbono total dividida por la población total del campus**

En este indicador se debe proporcionar la huella de carbono total dividida por la población total del campus. Según (UI GreenMetric, 2021), el cálculo de este indicador se lo realiza aplicando la Ecuación 3.

$$\text{Huella de carbono del campus} = \frac{\text{Huella de carbono total}}{\text{Población total estimada del campus}} \quad (3)$$

- [1]  $\geq 2,05$  toneladas métricas
- [2]  $> 1,11 - 2,05$  toneladas métricas
- [3]  $> 0,42 - 1,11$  toneladas métricas
- [4]  $> 0,10 - 0,42$  toneladas métricas
- [5]  $< 0,10$  toneladas métricas

Este es un indicador de eficiencia, y pertenece al ámbito de desempeño de procesos, debido a que la institución tiene un control directo sobre este indicador, es decir, que tanto la institución como las personas que forman parte de ella, tienen la capacidad de hacer que este indicador aumente o disminuya, ya sea a través de programas de concientización del cuidado del medio ambiente o empleando medidas restrictivas. Las mediciones de este indicador al ser esta una actividad, pueden ser mensuales o trimestrales, en este caso son anuales. Este indicador no necesita ser verificado ya que el ranking no lo requiere.

### **1.5.13 Número de programas innovadores durante la pandemia de coronavirus (COVID-19)**

En este indicador es necesario proporcionar la cantidad total de programas innovadores durante la pandemia de coronavirus, es decir (sistema inteligente de esterilización de habitaciones que utiliza rayos UVC, sistema inteligente de salud y comodidad para interiores, filtros de aire de partículas de alta eficiencia (HEPA). (UI GreenMetric, 2021). Se debe seleccionar uno de los puntos que se presentan a continuación:

- [1] Ninguno
- [2] 1 programa
- [3] 2 programas
- [4] 3 programas
- [5] más de 3 programas

Este es un indicador de eficacia, y pertenece al ámbito de desempeño de efectos, debido a que la institución no tiene un control directo y tampoco una influencia directa sobre este indicador, concretamente lo que se tiene es una influencia indirecta, es decir, que a pesar de que la institución realice programas contra la prevención del coronavirus, no depende de ella el obtener los resultados deseados.

Las mediciones de este indicador al ser esta un objetivo de fin, pueden ser anuales, trianuales o sexenales. Este indicador mide el impacto social y económico que causa un determinado problema, que en este caso es la propagación del coronavirus, por ello la manera de verificar este indicador es presentando resultados de encuestas y entrevistas, a las personas que formaron parte del programa.

### **1.5.14 Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático**

Este es el último indicador que evalúa el ranking, en donde se debe seleccionar los programas sobre riesgos, impactos, mitigación, adaptación, reducción del impacto y alerta temprana del cambio climático. A continuación, se presentan las opciones a seleccionar:

- [1] Ninguno
- [2] Programa en preparación
- [3] Proporcionar capacitación, materiales educativos y actividades para las comunidades aledañas.
- [4] Proporcionar capacitación, materiales educativos y actividades para las comunidades aledañas y a nivel nacional.

- [5] Proporcionar capacitación, materiales educativos y actividades para las comunidades aledañas, a nivel nacional, regional e internacional.

Este es un indicador de eficacia, y pertenece al ámbito de desempeño de efectos, debido a que la institución no tiene un control directo y tampoco una influencia directa sobre este indicador, concretamente lo que se tiene es una influencia indirecta, es decir, que a pesar de que la institución realice programas universitarios sobre el cambio climático, no depende de ella el obtener los resultados deseados.

Las mediciones de este indicador al ser esta un objetivo de fin, pueden ser anuales, trianuales o sexenales. Este indicador mide el impacto social y económico que causa un determinado problema, que en este caso es el cambio climático, por ello la manera de verificar este indicador es presentando resultados de encuestas y entrevistas, a las personas que formaron parte del programa.

### 1.6 Conclusión de la descripción de los indicadores del criterio “Energía y Cambio Climático”

Realizar la descripción de los indicadores del criterio “Energía y Cambio Climático” permitió identificar 3 aspectos fundamentales, estos son el ámbito de desempeño, la dimensión y frecuencia los mismos que sirvieron de apoyo para realizar el objetivo del Capítulo II, el cual trata de la verificación de los indicadores antes descritos en la Universidad Técnica Del Norte. En la TABLA 1.4 se muestra la recopilación de la descripción que se realizó anteriormente y se presenta a continuación:

TABLA 1.4

Descripción de los indicadores del criterio “Energía y Cambio Climático”

N°	Criterios	Ámbito de desempeño del indicador	Dimensión del indicador	Frecuencia del indicador
EC.1	Uso de electrodomésticos de bajo consumo	Eficiencia	Procesos	Mensual
	Superficie total del edificio inteligente del campus (en metros cuadrados)	Calidad	Productos	Trimestral
EC.2	Implementación de edificios inteligentes	Calidad	Productos	Trimestral
EC.3	Número de fuentes de energía renovable en el campus	Eficiencia	Procesos	Semestral
	Fuentes de energía renovables y su capacidad (en kilovatios hora)	Eficacia	Resultados	Anual
EC.4	Consumo de electricidad por año (en kilovatios hora)	Eficacia	Procesos	Anual
	Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus (kWh por persona)	Eficiencia	Procesos	Anual

<b>EC.5</b>	La proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año	Eficiencia	Procesos	Mensual
<b>EC.6</b>	Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación	Calidad	Productos	Trimestral
<b>EC.7</b>	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Eficacia	Efectos	Anual
	Huella de carbono total (CO2 emisión en los últimos 12 meses, en toneladas métricas)	Eficiencia	Procesos	Anual
<b>EC.8</b>	Huella de carbono total dividida por la población total del campus (toneladas métricas por persona)	Eficiencia	Procesos	Anual
<b>EC.9</b>	Número de innovadores programa(s) en energía y cambio climático	Eficacia	Efectos	Anual
<b>EC.10</b>	Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático	Eficacia	Efectos	Anual

Fuente: Autor.

En la TABLA 1.4 se muestra que la mayor parte de indicadores de este criterio son de eficiencia y eficacia, lo que significa que en el proceso de verificación se realizó una investigación acerca del grado de cumplimiento que tienen estos indicadores con respecto al objetivo o meta que pretendieron cumplir. Después, se observa que en la parte de dimensiones del indicador se esperó investigar diferentes logros en cada indicador y, por último, con lo que respecta a la frecuencia de los indicadores, la mayoría son anuales, lo que quiere decir que los datos o información que se recopiló fueron muy cambiantes en el tiempo.

## CAPÍTULO 2

### Verificación de indicadores del UI GreenMetric en la Universidad Técnica Del Norte

A partir de la descripción de los indicadores fue posible plantear una metodología para verificar aquellos de la categoría *Energy and Climate Change*, a continuación, en los siguientes puntos se detalla este tema a profundidad:

#### 2.1 Descripción del lugar de estudio

La Universidad Técnica Del Norte cuenta con 13 campus distribuidos alrededor de la provincia de Imbabura. El principal de ellos se denomina El Olivo, el cual es tomado en cuenta para el presente estudio, y está ubicado en Ibarra, en la parroquia Sagrario, específicamente en la Av. 17 de julio 5-21 y General José María Córdova, tal como se indica en la Fig. 5.

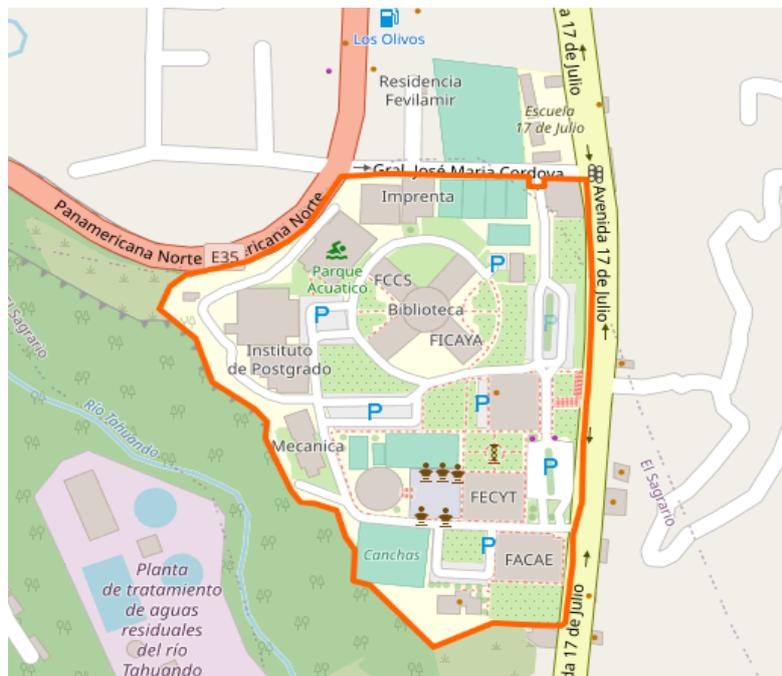


Fig. 5 Universidad Técnica Del Norte – Campus “El Olivo”

Fuente: OpenStreetMap (2022)

En total, la universidad tiene 91 332 metros cuadrados de extensión con 16 edificios entre los que se distribuyen aulas, auditorios, biblioteca, salas de exposición, centro de cómputo, centro de copias e impresión, laboratorios de investigación, talleres de diseño, complejo acuático, canchas deportivas y áreas verdes que están a disposición de los más de 11 000 usuarios: docentes, estudiantes y funcionarios de la jornada diurna y nocturna (UTN, 2022).

## 2.2 Metodología

Para elaborar el plan de mejoras se planteó un modelo metodológico con distintas etapas que fueron requeridas seguir a fin de llevar a cabo la investigación y que están detalladas en la Fig. 6.

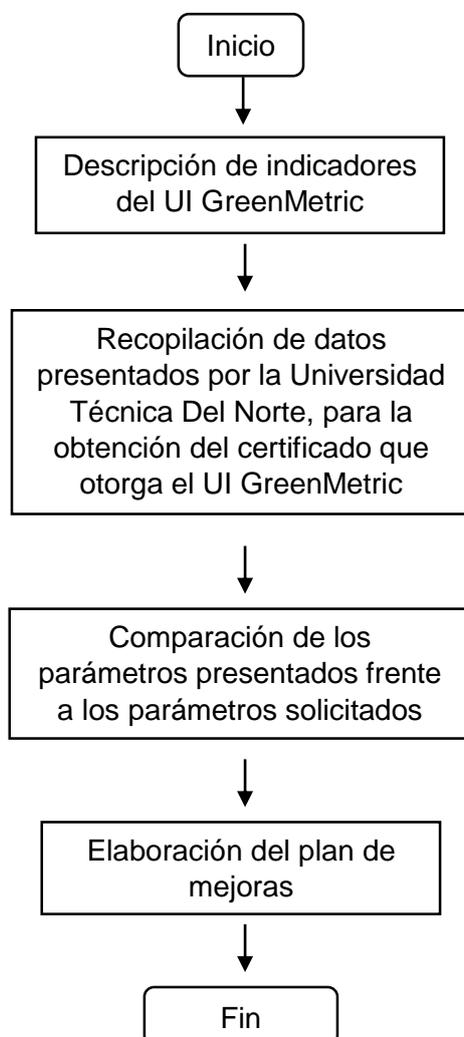


Fig. 6 Diagrama de flujo de la metodología empleada

Fuente: Autor.

1. En primer lugar, se describieron los indicadores de la categoría *Energy and Climate Change* con la finalidad de conocer los parámetros que debía cumplir la universidad en 2021, pues cada año los indicadores cambian debido a que están sometidos a actualizaciones.
2. Una vez publicado el cuestionario de 2021, la universidad realizó un trabajo exhaustivo para recopilar información cualitativa y/o cuantitativa con la finalidad de justificar cada uno de los indicadores.

3. En tercer lugar, fue desarrollada una tabla en donde se detalla el cumplimiento de cada uno de los indicadores de la categoría *Energy and Climate Change* para así lograr evidenciar aquello que aún no logra ejecutarse.
4. Finalmente se planteó el plan de mejoras que fue elaborado a partir de aquellos indicadores que no se cumplieron y, por tanto, obtuvieron una valoración de cero puntos o menos de 100.

### 2.3 Certificación del UI GreenMetric 2021

Para verificar los indicadores de la UTN, fue de gran importancia revisar el certificado más actualizado que obtuvo la universidad, que es el de 2021, como se observa en la Fig.7.



Fig. 7 Certificado otorgado a la Universidad Técnica Del Norte

Fuente: UI GreenMetric (2021)

Asimismo, fue posible visualizar los resultados del cuestionario de ese año que están detallados en la TABLA 2.1. De las 6 categorías evaluadas, *Energy and Climate Change* alcanzó uno de los puntos más bajos con apenas 33.33%.

TABLA 2.1

Resultados de cuestionario enviado en el 2021

<b>Categoría</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Máximo puntaje</b>	<b>Porcentaje</b>
Entorno e Infraestructura	500	1500	33.33%
Energía y Cambio Climático	700	2100	33.33%
Residuos	1125	1800	62.50%
Agua	600	1000	60.00%
Transporte	1175	1800	65.28%
Educación	1275	1800	70.83%
<b>Puntaje Total</b>	<b>5375</b>	<b>10000</b>	<b>53.75%</b>

Fuente: UI GreenMetric (2021)

*Energy and Climate Change* obtuvo 700 de 2100 puntos, valor que representa el 13% del total de la puntuación que fue de 5375 (10 000 es el máximo posible). Esta información está detallada en la Fig. 8.

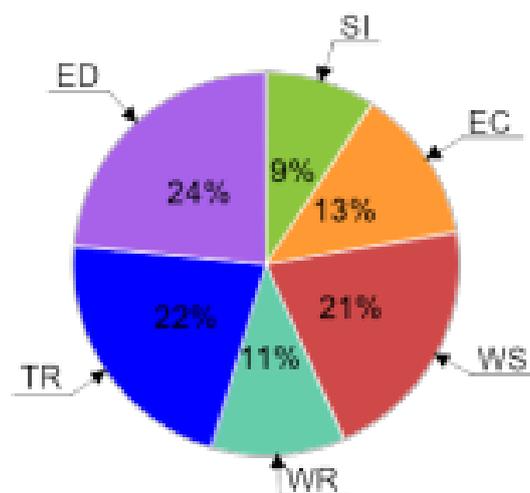


Fig. 8 Diagrama de puntaje general

Fuente: UI GreenMetric (2021)

Además de analizar el puntaje global de 2021, pudo visualizarse los resultados de cada uno de los indicadores, tal y como se detalla en la TABLA 2.2.

TABLA 2.2

Puntuación obtenida de cada indicador "Energy and Climate Change" en el año 2021

<b>N°</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Puntaje</b>
<b>EC.1</b>	Uso de electrodomésticos de bajo consumo	150
<b>EC.2</b>	Implementación de edificios inteligentes	75
<b>EC.3</b>	Número de fuentes de energía renovable en el campus	150
<b>EC.4</b>	Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus (kWh por persona)	0
<b>EC.5</b>	La proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año	0
<b>EC.6</b>	Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación	100
<b>EC.7</b>	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	50
<b>EC.8</b>	Huella de carbono total dividida por la población total del campus (toneladas métricas por persona)	0
<b>EC.9</b>	Número de innovadores programa(s) en energía y cambio climático	100
<b>EC.10</b>	Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático	75

Fuente: UI GreenMetric (2021)

Tres indicadores tuvieron una valoración de cero puntos, es decir que no se cumple con ellos por distintas razones, por ejemplo, porque la universidad no tiene aún los cálculos de los valores correspondientes o porque definitivamente aún no desarrolla las actividades necesarias.

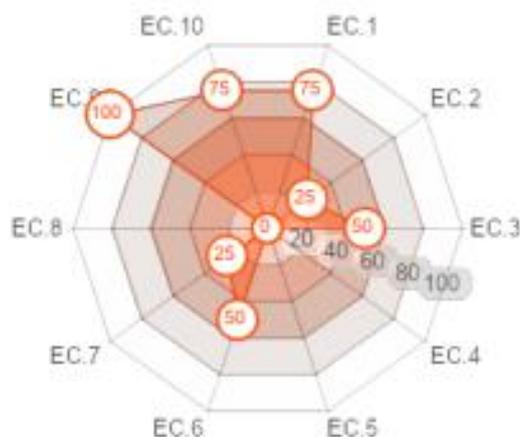


Fig. 9 Porcentaje de puntuación respecto a la puntuación máxima para *Energy and Climate Change*

Fuente: UI GreenMetric (2021 b)

Por último, se tomó en cuenta el diagrama radial de la Fig. 9 en el que son detalladas las puntuaciones de cada indicador, pero expresadas en porcentajes.

#### **2.4 Recopilación de información proporcionada por la Universidad Técnica Del Norte al ranking UI GreenMetric**

En el cuestionario anual hay que tomar en cuenta que existen ciertos indicadores que no requieren evidencia alguna a ser presentada. Ciertamente son pocos y, por lo general, únicamente hay que proporcionar un valor sin la necesidad de justificarlo.

El trabajo realizado durante esta etapa consistió en recopilar toda la información proporcionada como evidencia del cuestionario de 2021 y que fue presentada al ranking UI GreenMetric. No está demás aclarar que algunos indicadores no cuentan con documentación de respaldo debido a que la universidad carece de ello y es por eso que tienen cero puntos; este es el caso de EC.4, EC.5 y EC.8, como se aprecia en la TABLA 2.2. Pero claro, para realizar el plan de mejoras se analiza la situación actual de cada uno de los indicadores, incluso aquellos que con puntaje cero.

La información detallada en los siguientes puntos fue proporcionada directamente por el personal de la Universidad Técnica Del Norte. Cabe indicar que a ningún momento se manipuló o cambió el contenido, por lo que las ilustraciones, figuras, tablas y descripciones están expuestas con los datos tal y como fueron presentados. Además, para los indicadores EC.2, EC.4 y EC.8 no existe información debido a que el cuestionario no solicita justificarlos y, por ende, la universidad no envió ningún tipo de evidencia.

### 2.4.1 Uso de electrodomésticos de bajo consumo

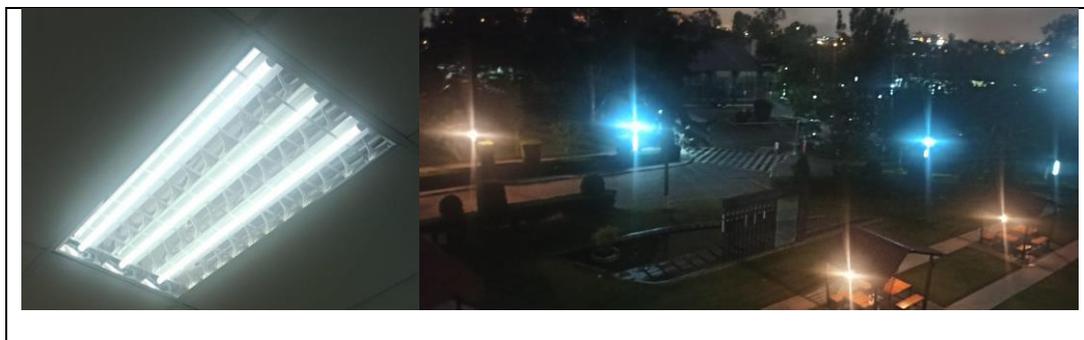


Fig. 10 Uso de lámparas LED

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

La universidad está en proceso de sustituir todas las lámparas antiguas por modernas con luces LED en los campus El Olivo, Azaya, Yuyucocha, La Pradera, San Vicente de Paúl y Santa Mónica. Al momento existen 20 mil lámparas, de las cuales 16 mil ya son LED, pues de esta manera se busca generar mayor eficiencia energética en toda la institución (L. Álvarez, comunicación personal, 8 de diciembre de 2022). A continuación, la Tabla 2.3 exponen lo mencionado.

TABLA 2.3

Eficiencia energética en cuanto a iluminación

Accesorios	Número Total	Número total de electrodomésticos de bajo consumo	Porcentaje
Lámpara LED	20,000	16,000	80%
<b>Porcentaje promedio</b>			<b>80%</b>

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

### 2.4.2 Número de fuentes de energía renovable en el campus



Fig. 11 Árbol solar fotovoltaico autónomo con almacenamiento de energía

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)



Fig. 12 Sistema solar fotovoltaico integrado a la red – Edificio de Posgrado

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)



Fig. 13 Microsistema de generación eólica integrado a la red

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)



Fig. 14 Sistema solar fotovoltaico integrado a la red – Carrera de Electricidad

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

#### Descripción:

1. El árbol solar expuesto en la Fig.11 es una propuesta innovadora que genera electricidad mediante el aprovechamiento de la energía del sol. Este sistema está constituido por 4 paneles fotovoltaicos de 150W, 2 lámparas LED, 2 controladores de carga, 1 inversor de corriente, baterías y 7 enchufes. Asimismo, la estructura de soporte fue construida con una bisagra de varillas de hierro y baño de hormigón que le otorgan la forma de árbol. Un dato importante es que este recurso brinda electricidad las 24 horas debido a que cuenta con un sistema de almacenamiento de energía.
2. El sistema solar fotovoltaico fue instalado en el instituto de posgrado, como se muestra en la Fig.12, y cuenta con 20 paneles fotovoltaicos de 150W e inversor de 3KW. Por su puesto, la energía producida se integra a la red de la universidad.
3. En cuanto al sistema de microgeneración eólica, expuesto en la Fig.13, está compuesto por un microgenerador de 250 W que convierte la energía eólica en energía eléctrica, un regulador de carga eólica que permite fijar una tensión de funcionamiento para el equipo, un dispositivo de almacenamiento, como una batería, que sirve para estabilizar el sistema y, finalmente, tres inversores.
4. Por último, el sistema fotovoltaico integrado a la red, que puede visualizar en la Fig. 13, cuenta con 2 paneles de 260 W.

A continuación, la Fig. 15 detalla el consumo de energía eléctrica por mes y año.

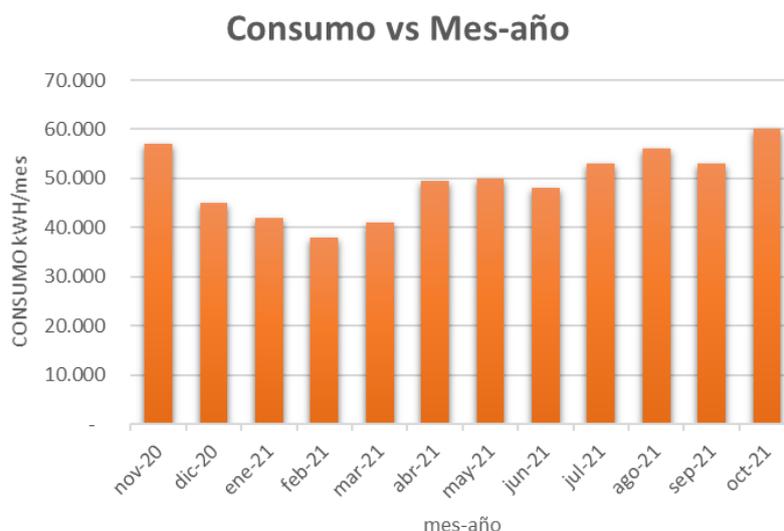


Fig. 15 Uso de energía eléctrica en la Universidad Técnica del Norte

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

El uso total de electricidad del campus El Olivo desde noviembre de 2020 a octubre de 2021 fue 592.500 kWh valor que se envió para el cuestionario del 2021 tal y como se muestra en el Anexo B, que corresponde al consumo eléctrico por iluminación, equipos y aparatos de laboratorio (L. Álvarez, comunicación personal, 8 de diciembre de 2022).

Para el presente estudio se realizó la revisión de las cartas de luz del campus El Olivo para poder determinar el consumo de energía eléctrica correspondiente para el año 2022, en donde se consideró los tres medidores que tiene el campus, en el Anexo C se presenta el suministro y dirección donde están ubicados los medidores. En la TABLA 2.4 se presenta la energía eléctrica consumida en kilovatios a partir del mes de febrero del 2022 hasta enero del 2023, en donde nos dice que el campus El Olivo en el intervalo de tiempo antes mencionado tuvo un consumo de energía eléctrica de 965 437 kWh, lo que resulto en el pago de 84 540 dólares.

TABLA 2.4

Consumo de energía eléctrica del campus El Olivo para el año 2022

MESES	No. MEDIDOR CAMPUS EL OLIVO					
	T45836-ABB		16824-STR		175795-STR	
	kWh	USD	kWh	USD	kWh	USD
Febrero	67200	5186,03	281	101,95	0	8,29
Marzo	72000	5688,67	226	95,67	0	8,29
Abril	83100	6874,91	308	105,12	7	77,19

Mayo	92300	7498,93	307	104,99	7	77,22
Junio	56100	4660,58	312,5	107,04	8	11,76
Julio	84100	6661,47	351	32,85	6	8,82
Agosto	67800	5539,72	320	43,43	2	8,35
Septiembre	86600	12571,36	305	42,94	0	16,57
Octubre	80900	6692,32	373	94,59	1	8,33
Noviembre	92400	7546,02	322	45,11	6	8,89
Diciembre	77700	6325,48	285	40,59	5	8,78
Enero	101500	8145,39	303	83,64	2	8,81
<b>TOTAL</b>	<b>961700</b>	<b>83390,88</b>	<b>3693,5</b>	<b>897,92</b>	<b>44</b>	<b>251,3</b>
<b>TOTAL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (kWh)</b>						<b>965437,5</b>
<b>TOTAL VALOR PGAGADO (USD)</b>						<b>84540,1</b>

Fuente: Autor.

### 2.4.3 La proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año

La TABLA 2.5 detalla la potencia en kWh de las cuatro fuentes de energía renovable que tiene el campus El Olivo. Las mediciones fueron realizadas a finales de octubre de 2021; sin embargo, no es posible conocer si estos valores son anuales.

TABLA 2.5

Producción de energía renovable para el año 2021

N°	Energía renovable	Producción (en kWh)
1	Árbol solar fotovoltaico autónomo con almacenamiento de energía	1752
2	Sistema solar fotovoltaico integrado a la red – Edificio Posgrado	8760
3	Microsistema de generación eólica integrado a la red	2190
4	Sistema solar fotovoltaico integrado a la red – Carrera de Electricidad	1518.4
<b>Total</b>		<b>14220.4</b>

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

Es importante indicar que la proporción de producción de energía renovable se la obtuvo al dividir el uso total de energía anual: este valor fue de 0.024%.

#### 2.4.4 Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación

Todos los edificios de la universidad cuentan con grandes ventanales para aprovechar al máximo la luz natural en aulas y oficinas, como puede observarse en la Fig.16. También aportan a mantener un aire fresco gracias a la ventilación natural que ingresa desde el exterior, lo que elimina la necesidad de utilizar sistemas ACS (L. Álvarez, comunicación personal, 8 de diciembre de 2022).



Fig. 16 Ventanales para iluminación y ventilación natural.

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

Otro componente que hace parte de la edificación sustentable son las luces LED, que se exponen en la Fig.17, las cuales permiten lograr mayor eficiencia energética. Como ya fue indicado previamente, el 80% de la iluminación de todos los campus ya es de este tipo (L. Álvarez, comunicación personal, 8 de diciembre de 2022).



Fig. 17 Eficiencia energética en iluminación

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

#### 2.4.5 Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

Un parque temático de energías renovables cuenta con diferentes recursos tecnológicos que permiten generar energía limpia y amigable con el ambiente: eólica, solar, geotérmica, bioenergía e hidroeléctrica, tal como se visualiza en la Fig.18



Fig. 18 Parque de Energías Renovables

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

Un aspecto importante de estos espacios es que tienen también una función educativa, pues las personas pueden acceder a ellos mediante visitas guiadas. En ese sentido, la universidad propone que el parque temático de energías renovables del Campus El Olivo sea construido sobre la base de proyectos integradores ya desarrollados, que están en proceso y/o que serán ejecutados a futuro por parte de estudiantes y docentes de la carrera de Energías Renovables y otras afines a esta área del conocimiento, como puede apreciarse en la Fig.19 (L. Álvarez, comunicación personal, 8 de diciembre de 2022).



Fig. 19 Propuesta de parque temático de energías renovables

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

El parque será concebido como un laboratorio tecnológico, en vista de que los alumnos tendrán la posibilidad de implementar propuestas nuevas que surjan del aula y de su autoaprendizaje. Consiste así en un espacio innovador, abierto a la comunidad universitaria y ciudadanía en general, quienes pueden ser partícipes de esta propuesta tecnológica que promulga el cuidado del ambiente mediante el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales renovables (L. Álvarez, comunicación personal, 8 de diciembre de 2022).

Finalmente se proporciona el cálculo de la huella de carbono total. Para tal efecto fueron tomadas en cuenta las emisiones de CO<sub>2</sub> de los últimos 12 meses, lo que implicó considerar las actividades generadoras de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por consumo eléctrico y el desplazamiento de vehículos (autos y motos): las primeras emitieron 1496.86 toneladas métricas mientras que los autos y motos alcanzaron 4.09 y 0.22 toneladas métricas respectivamente. Al sumar estos valores pudo calcularse la huella de carbono de 2020 que fue de 1501.17 toneladas métricas (el cálculo está detallado en el Anexo A).

#### 2.4.6 Número de programas innovadores en energía y cambio climático

El proyecto del parque de energías renovables es tomado en cuenta en este apartado debido a que resulta una propuesta innovadora y directamente relacionada con la energía y el cambio climático, pues como ya fue expuesto previamente permitirá generar energía renovable para el campus El Olivo (ver Fig.20).



Fig. 20 Parque de Energías Renovables

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

### 2.4.7 Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático

Este indicador está detallado en la TABLA 2.6 que expone los programas de impacto sobre cambio climático que fueron ejecutados por la universidad.

TABLA 2.6

Programas de impacto sobre el cambio climático

N°	Programas	Alcance (internacional/regional/nacional/local)	Participantes totales	Foto	Breve descripción
1	Plan de Capacitación en Módulo de enseñanza de energía solar fotovoltaica para la Comunidad Imbabura	Local	3.1.1 profesores 35 estudiantes		<p>El propósito fue desarrollar y poner en práctica un módulo didáctico para la enseñanza de la energía solar fotovoltaica que sea impartido a estudiantes y ciudadanos de la provincia. En ese sentido, es importante considerar que los recursos didácticos optimizan el proceso de enseñanza-aprendizaje debido a que conjugan la teoría y práctica, despiertan el interés y la motivación del estudiante (Vargas Murillo, 2017).</p> <p>Por otro lado, cabe enfatizar que el problema del proyecto fue el reducido desarrollo de la energía solar fotovoltaica en la provincia de Imbabura. Este hecho se debe principalmente al desconocimiento que existe todavía en esta rama de la ingeniería, no solo a nivel local sino nacional (Medina Gutiérrez, 2017; Muñoz et al., 2018).</p> <p>El proyecto fue ganador del premio en la categoría impacto social.</p>

2	Seminario Internacional "CON-CIENCIA: SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y ENERGÍA RENOVABLE"	Internacional	10 profesores 200 estudiantes		Las carreras de Energías Renovables y Recursos Naturales Renovables organizaron este seminario internacional en el que participaron docentes, estudiantes y profesionales invitados en torno a temas relacionados con el ambiente y avances de este tipo de energías.
3	Proyecto "Educación Ambiental En Los Distritos Del Parque Nacional Cotacachi – Cayapas, Provincia De Imbabura"	Local	1 profesor 8 estudiantes		<p>El proyecto "Educación ambiental en los distritos del Parque Nacional Cotacachi-Cayapas, provincia de Imbabura" se ejecutó en febrero de 2021. Fue fruto del proyecto "Educación ambiental en el distrito de Cuicocha, R. E. Cotacachi – Cayapas" realizado desde octubre de 2018 por un docente y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la UTN y técnicos de la Dirección Provincial de Medio Ambiente de Imbabura, que es parte del Ministerio del Ambiente.</p> <p>A los 15 meses de su ejecución se logró ampliar el área de intervención. Participaron además otros dos distritos que conforman el parque Nacional, Cuellaje y Piñan, así como algunas comunidades pertenecientes a los cantones de Cotacachi, Urcuquí e Ibarra.</p>

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

## 2.5 Estado actual de la Universidad Técnica Del Norte en función de los indicadores de la categoría *Energy and Climate Change*

Una vez recopilada la información de cada indicador del cuestionario 2021 (puede visualizarse por completo en el Anexo B) se procedió a resumirla en la TABLA 2.7. Allí son expuestos los 10 indicadores, la medida indicativa de rendimiento, puntuación máxima y la calificación final de cada uno.

TABLA 2.7

Estado actual de indicadores de la Universidad Técnica Del Norte

N°	CRITERIOS	MEDIDA INDICATIVA DE RENDIMIENTO					PUNTOS	CALIFICACIÓN 2021
		0	0,25	0,5	0,75	1		
EC.1	Uso de electrodomésticos de bajo consumo	<1%	1 – 25%	> 25 – 50%	> 50 – 75%	> 75%	200	150
EC.2	Implementación de edificios inteligentes	<1%	1 – 25%	> 25 – 50%	> 50 – 75%	> 75%	300	75
EC.3	Número de fuentes de energía renovable en el campus	Ninguno	1 fuente	2 fuentes	3 fuentes	> 3 fuentes	300	150
EC.4	Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus (kWh por persona)	>=2424kWh	>1535-2423kWh	>633-1535kWh	279-633kWh	<279kWh	300	0
EC.5	La proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año	<= 0.5%	>0.5 – 1%	>1 – 2%	>2 – 25%	>25%	200	0
EC.6	Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación	Ninguno	1 elemento	2 elementos	3 elementos	> 3 elementos	200	100
EC.7	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Ninguno	Programa en preparación	Programa soluciona 1 alcance	Programa soluciona 2 alcances	Programa soluciona 3 alcances	200	50
EC.8	Huella de carbono total dividida por la población total del campus (toneladas métricas por persona)	>=2.05 toneladas métricas	>1.11 – 2.05 toneladas métricas	>0.42 – 1.11 toneladas métricas	>0.10 – 0.42 toneladas métricas	<0.10 toneladas métricas	200	0
EC.9	Número de innovadores programa(s) en energía y cambio climático	Ninguno	1 programa	2 programas	3 programas	> 3 programas	100	100
EC.10	Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático	Ninguno	Programa en preparación	Proporcionar capacitación y materiales educativos para las comunidades	Proporcionar capacitación y materiales educativos para las comunidades y a nivel nacional	Proporcionar capacitación y materiales educativos para las comunidades, a nivel nacional, regional e internacional	100	75
							2100	700

Fuente: Autor.

## **2.6 Análisis comparativo de parámetros presentados por la universidad frente a los parámetros solicitados por el ranking**

Para conocer a detalle cada uno de los indicadores, se realizó un análisis comparativo entre los parámetros que el ranking solicitó en 2021 frente a los que fueron presentados. En este caso se consideró la valoración de 1 de la medida indicativa de rendimiento de la TABLA 2.7 como la valoración máxima que la universidad aspiraba a cumplir en cada indicador.

### **2.6.1 Electrodomésticos de bajo consumo**

- **Lo que el ranking solicita:** porcentaje mayor a 75 % en uso de electrodomésticos de bajo consumo.
- **Lo que la universidad presenta:** la universidad se encuentra en proceso de sustituir luminarias convencionales por alrededor de 16 mil lámparas LED.

La eficiencia energética en iluminación de la UTN alcanza el 80%. Sin embargo, aún deben realizarse mejoras en este punto debido a que sólo fueron tomadas en cuenta las luminarias, por lo que se alcanzó 150 de 200 puntos; por lo tanto, no se cumplió con el indicador.

### **2.6.2 Implementación de edificios inteligentes**

- **Lo que el ranking solicita:** porcentaje mayor al 75% en implementación de edificios inteligentes.
- **Lo que la universidad presenta:** la UTN cuenta con apenas 7.6 % de avance en la implementación de edificios inteligentes. Sin duda, la diferencia es muy notoria y devela el largo camino que aún resta por recorrer. En este indicador se obtuvo 75 de 300 puntos posibles y, por ende, no pudo cumplirse con ello.

### **2.6.3 Fuentes de energía renovable**

- **Lo que el ranking solicita:** contar con más de tres fuentes de energía renovable en el campus.
- **Lo que la universidad presenta:** la universidad tiene dos fuentes de energía renovable: solar y eólica. Es así que el puntaje alcanzado fue de 150 de 300 puntos posibles; por lo tanto, no se cumple con el indicador.

### **2.6.4 Consumo de electricidad en el campus**

- **Lo que el ranking solicita:** el consumo de electricidad anual por persona debe ser menor a 279 kWh.

- **Lo que la universidad presenta:** en el año 2021 el consumo anual de electricidad por persona en la universidad fue de 4488.64 kWh, sin embargo, producto del retorno a la presencialidad tras un largo periodo de clases virtuales debido a la pandemia, para el año 2022 este valor fue de 82.95 kWh, cumpliendo al 100 % con este indicador.

#### **2.6.5 Producción de energía renovable dividida para el consumo de electricidad**

- **Lo que el ranking solicita:** la proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año debe superar el 25%.
- **Lo que la universidad presenta:** la universidad apenas logró 0.02 % en este aspecto. El impacto de las energías renovables en la institución es mínimo, por lo que no se cumplió con el indicador, que también es un criterio prioritario, su puntaje fue de 0 de 200 puntos.

#### **2.6.6 Implementación de edificios verdes**

- **Lo que el ranking solicita:** la universidad debe presentar más de tres elementos de implementación de edificios verdes y reflejados en todas las políticas de construcción y renovación.
- **Lo que la universidad presenta:** la UTN cuenta con edificios con grandes ventanales para la entrada de luz natural y luminarias LED para reducir el consumo energético. No fue posible cumplir con este indicador, pues el puntaje obtenido fue 100 de 200 puntos.

#### **2.6.7 Programas de reducción de gases contaminantes**

- **Lo que el ranking solicita:** la universidad debe presentar un programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, que solucione los 3 alcances.
- **Lo que la universidad presenta:** la UTN cuenta con tan solo un programa que está en proceso de desarrollo: el parque temático de energías renovables. Aún el proyecto no ha sido ejecutado, por lo que no se cumplió con este indicador y se obtuvo 50 de 200 puntos.

#### **2.6.8 Huella de carbono en el campus**

- **Lo que el ranking solicita:** la huella de carbono anual por cada persona debe ser menor a 0.10 toneladas métricas.
- **Lo que la universidad presenta:** en el año 2021 cada persona generó 11.37 toneladas métricas al año, sin embargo, para el año 2022 este valor fue de 0.07 toneladas métricas, cumpliendo al 100 % este indicador.

### 2.6.9 Número de programas innovadores sobre energía y cambio climático

- **Lo que el ranking solicita:** la universidad debe contar con más de tres programas innovadores de energía y cambio climático.
- **Lo que la universidad presenta:** este fue el único indicador que la universidad sí cumplió, pues incluso supera la cantidad requerida de este tipo de programas.

### 2.6.10 Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático

- **Lo que el ranking solicita:** La universidad debe tener uno o varios programas de impacto sobre cambio climático, en donde se debe proporcionar capacitación y materiales educativos para las comunidades a nivel nacional, regional e internacional.
- **Lo que la universidad presenta:** Este indicador está estrechamente relacionado con el anterior (EC.9), sin embargo, pese a que en la UTN existen más de tres programas sobre cambio climático, no fue posible cumplir con el indicador; se obtuvo 75 de 100 puntos debido a que estos proyectos no están enfocados a nivel internacional.

## 2.7 Puntaje de indicadores para el año 2022

Para el año 2022 se consideró una población anual estimada de 11 249 personas, tomando en cuenta estudiantes, personal académico y administrativo, de esta forma se identificaron indicadores que necesitaron ser actualizados, estos son los indicadores 4 y 8, los mismos que tratan sobre el consumo de electricidad por año y la huella de carbono, en la TABLA 2.8 se muestra la calificación de estos indicadores para el 2022.

TABLA 2.8

Actualización de indicadores

N°	CRITERIOS	PUNTOS	CALIFICACIÓN 2021	CALIFICACIÓN 2022
EC.4	Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus	200	0	300
	Consumo de electricidad anual (kWh)		591500	933065
	KWh por persona		4488.64	82.95
EC.8	Huella de carbono total dividida por la población total del campus	300	0	200
	Huella de carbono		1501	793.91
	Toneladas métricas por persona		11.37	0.07

Fuente: Autor.

## 2.8 Conclusión de la verificación de estado actual de indicadores

La universidad presentó varias falencias con respecto a temas de energía y cambio climático que deben ser ajustadas y que son tratadas en el plan de mejoras expuesto en el capítulo 3. Previo a finalizar esta sección, la TABLA 2.9 expone un resumen breve de los indicadores.

TABLA 2.9

Cumplimiento de indicadores de la categoría “Energy and Climate Change”

N°	Criterios	Cumple	No Cumple	Porcentaje de Cumplimiento 2021	Actualización 2022
EC.1	Uso de electrodomésticos de bajo consumo	X		75%	100%
EC.2	Implementación de edificios inteligentes		X	25%	0%
EC.3	Número de fuentes de energía renovable en el campus		X	50%	50%
EC.4	Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus (kWh por persona)	X		0%	100%
EC.5	La proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año		X	0%	0%
EC.6	Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación	X		50%	100%
EC.7	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero		X	25%	50%
EC.8	Huella de carbono total dividida por la población total del campus (toneladas métricas por persona)	X		0%	100%
EC.9	Número de innovadores programa(s) en energía y cambio climático		X	100%	25%
EC.10	Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático	X		75%	100%
<b>TOTAL</b>				<b>40 %</b>	<b>60%</b>

Fuente: Autor.

En la TABLA 2.9 se observa el grado de cumplimiento que tiene cada indicador, estos porcentajes permitieron identificar los indicadores de mayor prioridad, es decir, aquellos que presentaron un porcentaje de cero, los mismos que mostraron deficiencias en cuanto al grado de cumplimiento del ranking. El porcentaje de cumplimiento está relacionado con el nivel de

prioridad con el que se debe actuar en cada indicador, es decir si el cumplimiento del indicador es del 100 por ciento el nivel de prioridad es bajo, si es de cero por ciento, el nivel de prioridad es alto, y si el porcentaje de cumplimiento esta entre el 25 a 75 por ciento, el nivel de prioridad es medio. Para el año 2021, de los 10 indicadores de la categoría *Energy and Climate Change* solo 1 indicador está con el 100 por ciento de cumplimiento, este hace referencia al número de programas innovadores en energía y cambio climático, y para el año 2022 se cumplen con 4 indicadores más al 100 por ciento, los cuales son sobre el uso de electrodomésticos de bajo consumo, los elementos de implementación de edificios verdes, el consumo de electricidad anual dividido por cada persona y la huella de carbono.

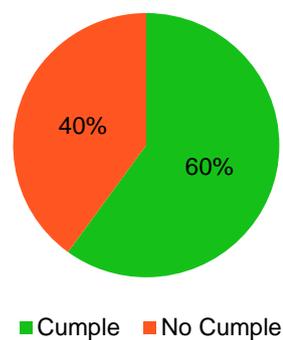


Fig. 21 Porcentaje de cumplimiento de indicadores

Fuente: Autor.

Por último, en la Fig. 21 se presenta el porcentaje de cumplimiento de indicadores de forma general, el porcentaje que se muestra refleja la importancia del diseño de un plan de mejoras, debido a que el porcentaje de cumplimiento de los indicadores es del 60 por ciento, faltando el 40 por ciento por cumplir.

## CAPÍTULO 3

### Elaboración del plan de mejoras

Una vez realizada la verificación del estado actual de los indicadores con sus respectivas evidencias, se identificó los indicadores que no se cumplieron, en función de este análisis comparativo se procedió a la elaboración del plan de mejoras.

#### 3.1 Causas que provocan el incumplimiento de indicadores

De la revisión bibliográfica realizada en el Capítulo 1 y de la verificación de indicadores en el Capítulo 2, se identificó que la Universidad Técnica Del Norte presenta barreras que impiden su desarrollo hacia la sustentabilidad, estas son de ámbito institucional, económicos y de información. Los esfuerzos hacia prácticas sustentables en la universidad son evidentes, los mismos que se detallan en el libro “Hacia una Universidad Sustentable”, sin embargo, las barreras que se señalan parten de la inexistencia de un plan de eficiencia energética en la Universidad Técnica Del Norte, y que a su vez derivan en que por parte de la universidad no se logre una calificación alta en el ranking.

##### 3.1.1 Barreras de incumplimiento de indicadores

Identificar las causas que impiden el incumplimiento de indicadores en la Universidad Técnica Del Norte permitió saber las barreras o límites a los que se enfrenta la institución, los mismos que también influyen al diseño del plan de mejoras, sin embargo, fueron de utilidad para el planteamiento de las acciones que se propusieron en el plan de mejoras.

###### 3.1.1.1 Institucional

La Universidad Técnica Del Norte no cuenta con la participación de autoridades académicas o estudiantado para el cumplimiento de indicadores del ranking UI GreenMetric.

###### 3.1.1.2 Económicos

Para temas de sustentabilidad y medio ambiente en el año 2021 la Universidad Técnica Del Norte destinó 285 429 dólares estadounidenses como se puede observar en el Anexo B, este valor refleja una inversión baja hacia proyectos de sustentabilidad. Y, para el año 2022, se destinó 469 809 dólares estadounidenses, pasando del 0.85 % al 1.34 % en inversión para proyectos de sustentabilidad del presupuesto general de la universidad.

###### 3.1.1.3 Información

En la Universidad Técnica Del Norte se desconoce los beneficios que conllevan el formar parte del ranking UI GreenMetric, tanto para la institución y la comunidad estudiantil.

### 3.2 Diseño del plan de mejoras

Los componentes que se establecieron para el plan de mejoras, surgieron de la idea del autor, proponiendo que el plan de mejoras actué como una herramienta para la mejora de indicadores en cuanto a la calificación del ranking UI GreenMetric.

#### 3.2.1 Aspectos a priorizar del plan de mejoras

El plan de mejoras diseñado está focalizado a 4 temáticas que están relacionados al desarrollo sustentable. De las revisiones bibliográficas se determinó que los indicadores tenían relación directa, es decir, que si hipotéticamente un indicador era mejorado existía otro indicador que también mejoraría, esto resultó en la clasificación de los indicadores en los ámbitos que se muestran a continuación en la TABLA 3.1.

TABLA 3.1  
Aspectos a priorizar

N°	Criterios	Eje Central
EC.1	Uso de electrodomésticos de bajo consumo	Edificaciones sustentables
EC.2	Implementación de edificios inteligentes	
EC.6	Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación	
EC.3	Número de fuentes de energía renovable en el campus	Implementación de energías renovables
EC.4	Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus (kWh por persona)	
EC.5	La proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año	
EC.7	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Reducción de la huella de carbono
EC.8	Huella de carbono total dividida por la población total del campus (toneladas métricas por persona)	
EC.9	Número de innovadores programa(s) en energía y cambio climático	Programas de cambio climático
EC.10	Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático	

Fuente: Autor.

#### 3.2.2 Acciones del plan de mejoras

Las acciones que se muestran en el plan de mejoras parten de los cuatro ámbitos que se identificaron y se priorizaron, esto con el fin de relacionar los indicadores y que las acciones que se propusieron en el plan de mejoras, igualmente tengan relación unas con otras en el ámbito en el que hayan sido clasificadas.

### 3.2.2.1 Edificaciones sustentables

La Universidad Técnica Del Norte en sus edificaciones cumple con dos políticas de construcción, como lo son la ventilación e iluminación natural, sin embargo, carece de un sistema que gestione la energía eléctrica que consumen los edificios y demás artefactos eléctricos, como lo son sistemas de calefacción, ventilación, refrigeración, entre otros. Las acciones a realizar para cada indicador de este ámbito son las siguientes:

- **Indicador EC.1:** Uso de electrodomésticos de bajo consumo.
- **Acción de mejora:** Se plantearon algunas alternativas, las cuales giran alrededor de cumplir con las políticas de compras públicas sostenibles que mantiene nuestro país y el acuerdo ministerial 140, en donde se menciona:

“Promover la aplicación de Buenas Prácticas Ambientales en entidades del sector público y privado para incentivar el consumo sostenible de recursos, y reducir la contaminación ambiental” (Ministerio de Ambiente, 2015, p.95).

De este modo se tiene la siguiente acción de mejora, que es, implementar una política de adquisición de luminarias y electrodomésticos que presenten la etiqueta de eficiencia energética, donde la clase energética sea la A, y para otros electrodomésticos como equipos de oficina como computadoras o impresoras, contar con la etiqueta Energy Star (ver Anexo F).

- **Indicador EC.2:** Implementación de edificios inteligentes.
- **Acción de mejora:** Integrar sistemas de gestión energética y de monitoreo en tiempo real, que permitan supervisar el consumo de energía y el funcionamiento de los sistemas y equipos, identificar oportunidades de mejora y optimizar el desempeño energético de los edificios, llegando así consolidar un Sistema de Automatización de Edificios (BAS) en la universidad.
- **Indicador EC.6:** Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación.
- **Acción de mejora:** Implementar dispositivos de ahorro de agua, específicamente grifos inteligentes.

### 3.2.2.2 Implementación de energías renovables

Las fuentes de energía renovable en la Universidad Técnica Del Norte tienen una producción de energía eléctrica demasiado baja a comparación de la consumida a partir del sistema eléctrico convencional, la solución que se planteó en el plan de mejoras va acorde a optar por implementar otro tipo de fuentes de energía.

- **Indicador EC.3:** Número de fuentes de energía renovable en el campus.
- **Acción de mejora:** Implementar una micro turbina para ser instalada en el río Tahuando, de esta manera se podrá establecer un punto de micro generación de energía hidroeléctrica para la universidad, y establecer un convenio con la Planta de Aguas Residuales (PTAR) para realizar la instalación de un gasoducto de biogás, con destino al restaurante universitario, o a un generador que funcione a partir de biogás.
- **Indicador EC.4:** Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus (kWh por persona).
- **Acción de mejora:** Implementar sistemas de iluminación, climatización y ventilación inteligentes, que permitan ajustar automáticamente las condiciones ambientales en función de las necesidades de los usuarios y de las condiciones climáticas externas.
- **Indicador EC.5:** La proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año.
- **Acción de mejora:** Implementar tecnologías de energías renovables, como paneles solares, para generar energía limpia y reducir la dependencia de fuentes de energía no renovable.

### 3.2.2.3 Reducción de la huella de carbono

En la Universidad Técnica Del Norte, es posible mantener un cálculo de la huella de carbono tanto para el alcance 1 y 2, menos del 3, porque este alcance requiere de un cálculo complejo y minucioso, sin embargo, a continuación, se establecen las acciones que promueven la reducción de la huella de carbono en la universidad:

- **Indicador EC.7:** Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Acción de mejora:** Implementar dos puntos de recarga para vehículos eléctricos, ubicados cerca de las canchas de fútbol, lugares donde también se propuso instalar paneles solares.
- **Indicador EC.8:** Huella de carbono total dividida por la población total del campus (toneladas métricas por persona).

- **Acción de mejora:** Promover el uso compartido de vehículos, y adquirir transporte eléctrico, como scooters y bicicletas eléctricas para que la universidad pueda brindar un servicio de alquiler de este tipo de transporte.

#### 3.2.2.4 Programas de cambio climático

Los programas de cambio climático son el punto fuerte de la Universidad Técnica Del Norte, esto se refleja en las calificaciones altas que ha obtenido la universidad en este ámbito del ranking, sin embargo, es indispensable continuar promoviendo el desarrollo de este tipo de programas.

- **Indicador EC.9:** Número de innovadores programa(s) en energía y cambio climático.
- **Acción de mejora:** Se plantean cuatro programas que se ejecutarán de forma independiente, pero tendrán el mismo fin, que será el de reducir los gases de efecto invernadero que genera la universidad y de este modo cuidar el medioambiente, estos son, implementación de una micro turbina, instalación de paneles solares, instalación de gasoductos de biogás, y adquisición de vehículos eléctricos.
- **Indicador EC.10:** Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático.
- **Acción de mejora:** Realizar convenios internacionales con universidades que estén a favor de la conservación del medioambiente, como la Universidad del Rosario en Colombia, o la Universidad de Sao Paulo en Brasil.

#### 3.2.3 Seguimiento del plan de mejoras

En el plan de mejoras existe una columna en donde se designaron las responsabilidades, las mismas que son las encargadas de cumplir con las actividades propuestas, los responsables de las actividades se definieron por el diagrama que de igual forma se propone consolidar para la ejecución del plan de mejoras.

Establecer las responsabilidades en el plan de mejoras fue de vital importancia, porque se lo realizó con el fin de tener un grupo de personas que estén enfocados únicamente en el cumplimiento de las actividades propuestas, de esta forma se lograra obtener un plan de mejoras continuo, además, que la Universidad Técnica Del Norte mejore sus puntuaciones en cada indicador de la categoría *Energy and Climate Change*.

Para el seguimiento del plan de mejoras se propuso la creación de un grupo denominado *UI GreenMetric Team*, el mismo que será conformado por docentes y estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA), para ser específicos de la Carrera de Electricidad (CIELE), quienes participaran principalmente en la categoría *Energy and Climate*

Change, esto con el fin de que el grupo establezca las personas que realizaran un seguimiento a los indicadores, con ello poder obtener datos exactos, de esta forma se lograra enviar al ranking evidencias precisas, o en su defecto que exista evidencias si no las habían como es el caso del indicador que evalúa la implementación de edificios inteligentes (EC.2).



Fig. 22 Estructura del equipo propuesto para el seguimiento del plan de mejoras

Fuente: Autor.

La propuesta que se hizo para la creación del *UI GreenMetric Team* como se indica en la Fig.22, muestra un coordinador general, el mismo que hoy en día es el PhD. Alí Moncada, quien es el encargado de reunir todas las evidencias de las 6 categorías del ranking, sin embargo, en la Fig.22 se propuso asignar un coordinador para cada categoría del ranking de preferencia un docente, de esta manera se desvinculan las 6 categorías al coordinador general, para que este simplemente cumpla la función de organizar la información que se recibe del ranking y de igual forma la que se envía cuando se necesita llenar el cuestionario.

Luego se observan tres áreas, estas son de planificación, mantenimiento y operación, y por último el área de evaluación y documentación, de las cuales es necesario la participación de por lo menos un estudiante, de preferencia que se encuentre cursando un nivel superior al cuarto semestre. Los estudiantes designados en las tres áreas que se han mencionado,

cada uno deberá cumplir su función con un enfoque a los cuatro aspectos principales que engloban a los 10 indicadores de la categoría *Energy and Climate Change*, estos son edificaciones sustentables, implementación de energías renovables, reducción de la huella de carbono y programas de cambio climático.

### **3.2.3.1 Área de planificación**

El objetivo de esta área es analizar el contexto de la institución en función de los indicadores del ranking, poder identificar posibles actualizaciones del ranking, también, identificar amenazas u oportunidades que pueda presentar la Universidad Técnica Del Norte, con el fin de plantear nuevas metas.

### **3.2.3.2 Área de mantenimiento y operación**

El objetivo de esta área es verificar cada uno de los indicadores, es decir, realizar un análisis comparativo entre lo que solicita cada indicador frente a lo que presenta la universidad, además, la función primordial es de realizar el seguimiento de los proyectos de implementación, esto con el fin de identificar las especificaciones técnicas de las tecnologías que se vayan a implementar.

### **3.2.3.3 Área de evaluación y documentación**

En esta área se debe realizar una inspección, con la ficha de seguimiento del plan de mejoras propuesto, para dar seguimiento al cumplimiento de las actividades propuestas en el plan de mejoras, también, se tiene que realizar informes de los indicadores donde solicitan ser justificados, los mismo que servirán de evidencia para poder enviar al ranking.

## **3.3 Plan de mejoras**

Una vez expuestas las actividades a realizar para cada indicador, se procedió a organizar la información que se desarrolló en los capítulos anteriores tal y como se muestra en la TABLA 3.2. En la columna de “Hallazgo” se colocó el análisis comparativo realizado en el capítulo 2, luego en la columna de “Acción de mejora” se colocaron las actividades que se expusieron en este capítulo, después en la columna de “Priorización” se asignaron niveles (bajo, medio y alto), los cuales partieron del trabajo realizado en el capítulo 1, por último, la columna de “Responsable” es donde se asignaron los encargados para cada acción de mejora.

TABLA 3.2

Ficha de Plan de Mejoras

PLAN DE MEJORAS					
DATOS INFORMATIVOS					
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Técnica Del Norte		<b>FECHA DE DIAGNOSTICO:</b>		
<b>NOMBRE DEL COORDINADOR:</b>			<b>TELÉFONO/CELULAR:</b>	CORREO ELECTRÓNICO	
<b>NOMBRE DEL EVALUADOR:</b>			<b>TELÉFONO/CELULAR:</b>	CORREO ELECTRÓNICO	
ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (2. EC)					
ACCIONES DE MEJORA					
N°	EC. 1				
<b>INDICADOR</b>	Uso de electrodomésticos de bajo consumo				
HALLAZGO	ACCIÓN DE MEJORA	PRIORIZACIÓN			RESPONSABLE
		BAJO	MEDIO	ALTO	
La universidad se encuentra en proceso de sustituir luminarias convencionales por alrededor de 16 mil lámparas LED.	Implementar una política de adquisición de electrodomésticos, donde estos cuenten con la etiqueta de eficiencia energética con la clase energética A o la etiqueta de Energy Star.	X			Mantenimiento y Operación
N°	EC. 2				
<b>INDICADOR</b>	Implementación de edificios inteligentes				
HALLAZGO	ACCIÓN DE MEJORA	PRIORIZACIÓN			RESPONSABLE
		BAJO	MEDIO	ALTO	
	Adoptar como modelo hacia edificios inteligentes el Sistema de Automatización de Edificios (BAS).			X	Planificación

La universidad cuenta con apenas 7.6 % de avance en la implementación de edificios inteligentes.					
<b>N°</b>		<b>EC. 3</b>			
<b>INDICADOR</b>	Número de fuentes de energía renovable en el campus				
<b>HALLAZGO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>PRIORIZACIÓN</b>			<b>RESPONSABLE</b>
		<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>	
La universidad tiene únicamente dos fuentes de energía renovable: solar y eólica.	Implementación de una micro turbina en el río Tahuando, y establecer un convenio con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la instalación de un gasoducto.		X		Mantenimiento y Operación
<b>N°</b>		<b>EC. 4</b>			
<b>INDICADOR</b>	Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus (kWh por persona)				
<b>HALLAZGO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>PRIORIZACIÓN</b>			<b>RESPONSABLE</b>
		<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>	
El consumo anual de electricidad por persona en la universidad fue de 82.95 kWh.	Implementar sistemas de iluminación, climatización y ventilación inteligentes.	X			Mantenimiento y Operación
<b>N°</b>		<b>EC. 5</b>			
<b>INDICADOR</b>	La proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año.				
<b>HALLAZGO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>PRIORIZACIÓN</b>			<b>RESPONSABLE</b>
		<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>	
La universidad apenas logró 0.02 (2,4 %) de producción de energía renovable.	Ejecución y puesta en marcha del "Parque de Energías Renovables" e implementación de paneles solares en los techos de los edificios del campus El Olivo.			X	Mantenimiento y Operación

N°		EC. 6			
INDICADOR	Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación.				
HALLAZGO	ACCIÓN DE MEJORA	PRIORIZACIÓN			RESPONSABLE
		BAJO	MEDIO	ALTO	
La universidad cuenta con edificios con grandes ventanales para la entrada de luz natural y luminarias LED para reducir el consumo energético.	Instalación de grifos inteligentes.	X			Planificación
N°		EC. 7			
INDICADOR	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero				
HALLAZGO	ACCIÓN DE MEJORA	PRIORIZACIÓN			RESPONSABLE
		BAJO	MEDIO	ALTO	
La universidad cuenta con tan solo un programa que está en proceso de desarrollo: el parque temático de energías renovables.	Implementar puntos de recarga de vehículos eléctricos.		X		Planificación
N°		EC. 8			
INDICADOR	Huella de carbono total dividida por la población total del campus (toneladas métricas por persona)				
HALLAZGO	ACCIÓN DE MEJORA	PRIORIZACIÓN			RESPONSABLE
		BAJO	MEDIO	ALTO	
En la universidad cada persona genera 0.07 toneladas métricas al año.	Adquirir transporte eléctrico, como scooters o bicicletas eléctricas.	X			Mantenimiento y Operación

N°		EC. 9			
INDICADOR		Número de innovadores programa(s) en energía y cambio climático.			
HALLAZGO	ACCIÓN DE MEJORA	PRIORIZACIÓN			RESPONSABLE
		BAJO	MEDIO	ALTO	
Este fue el único indicador que la universidad sí cumplió, pues incluso supera la cantidad requerida de este tipo de programas.	Ejecutar los proyectos de implementación de una micro turbina, instalación de paneles solares, instalación de gasoducto de biogás, y uso de vehículos eléctricos.		X		Evaluación y Documentación

N°		EC. 10			
INDICADOR		Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático.			
HALLAZGO	ACCIÓN DE MEJORA	PRIORIZACIÓN			RESPONSABLE
		BAJO	MEDIO	ALTO	
Pese a que en la universidad existen más de tres programas sobre cambio climático, no influyen a nivel internacional.	Difundir programas de cambio climático por medio de medios digitales, con el fin de llegar a acuerdos con instituciones internacionales.	X			Evaluación y Documentación

Fuente: Autor.

Las acciones de mejora que se plantearon individualmente en la TABLA 3.2, conforman en conjunto la solución que se planteó frente a los indicadores que no se cumplen, en donde cada actividad tiene un límite de tiempo a ejecutarse debido a su complejidad, sin embargo, el desarrollo y creación de nuevas tecnologías promueven cada día iniciar a dar los pequeños pasos hacia las *Smart Grids*, en donde la Universidad Técnica del Norte no está exenta de estos avances, por esa razón, en el plan de mejoras se propuso actividades para cada indicador, en donde el desarrollo de estas encamina a la universidad a que cuente con este tipo de redes inteligentes.

### 3.3.1 Automatización de edificios

En el plan de mejoras se propuso adoptar el Sistema de Automatización de Edificios (BAS), para ello se propuso hacer uso de la tecnología de la compañía Asea Brown Boveri (ABB), debido a que cuentan con un sistema propio de la empresa denominado ABB i-bus, el cual es un sistema que integra todos los elementos eléctricos de un edificio, con la posibilidad de comunicarse entre sí.

El sistema ABB i-bus cuenta con el protocolo de comunicaciones de red KNX, el mismo que integra elementos con la norma KNX, que se logra con el cable KNX, el mismo que permite alimentar a los dispositivos y transmitir información, además este tipo de cable permite integrarse con redes IP, tal y como se observa en la Fig.23 (ABB, 2022).

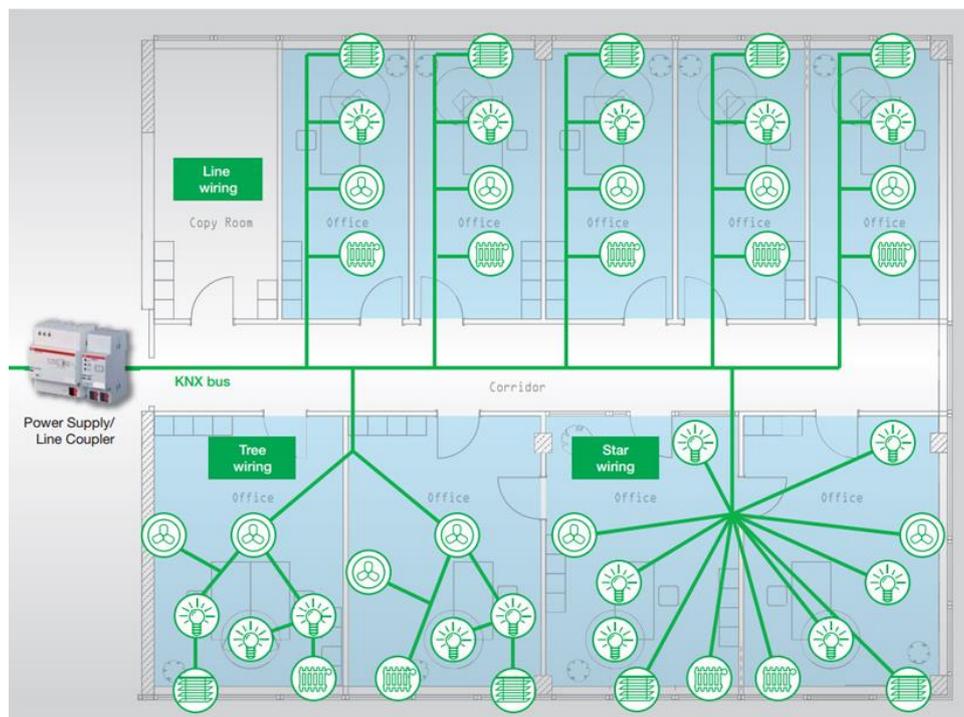


Fig. 23 Sistema ABB i-bus

Fuente: ABB (2022)

En cuanto a los sistemas de iluminación, ventilación y calefacción, se propuso realizar una transición a dispositivos que cuenten con la norma KNX, de esta manera se facilita la compatibilidad con el sistema ABB i-bus, con ello se logra completar el sistema, en donde se permite el manejo y control centralizado de estos dispositivos.

### 3.3.2 Generación fotovoltaica

Como acción fundamental en el plan de mejoras se propuso implementar paneles fotovoltaicos en las cubiertas de los edificios, específicamente en el campus El Olivo, debido a que la producción de energía renovable en el campus es baja y en el mercado esta opción es la más utilizada, porque en cuestión de inversión es económica a comparación de otros tipos de energías renovables, además, parte fundamental para que la universidad cuente con *Smart Grids*, es contar con un sistema de generación eléctrica renovable.

Se consideró como referente a la empresa SOLARPACK, la misma que fue encargada de dirigir el proyecto de energía solar El Aromo en la ciudad de Manta, la misma que tendrá una capacidad de 200 MW. Para establecer un estimado en cuanto a los paneles solares que se propuso instalar en la universidad, se toma en cuenta la Fig.24, en donde se muestra la producción mensual de 1 solo panel solar en kWh, donde el promedio mensual es de 47.9 kWh y al año es de 575 kWh por panel instalado (SOLARPACK, 2022).

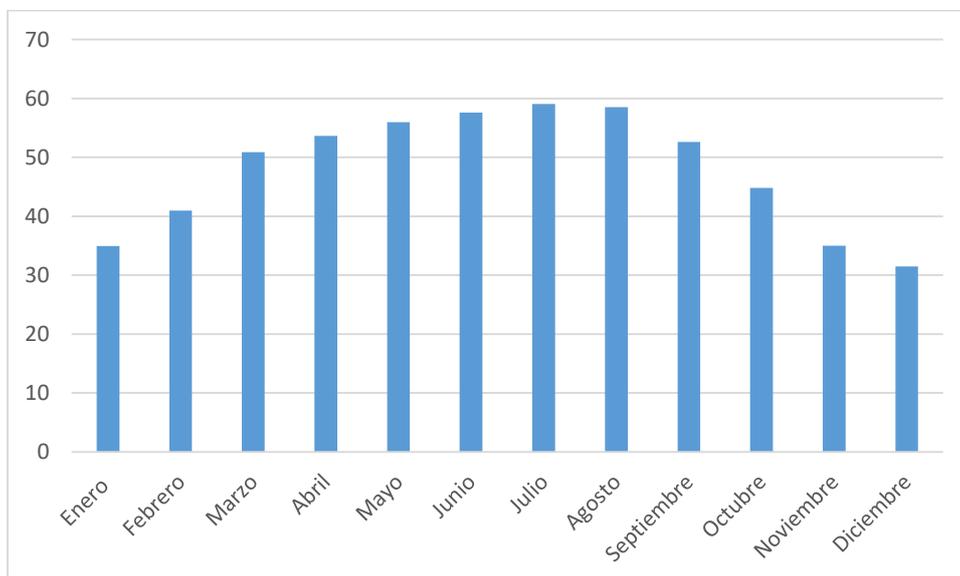


Fig. 24 Producción mensual estimada de 1 panel solar de SOLARPACK (en kWh)

Fuente: SOLARPACK (2022)

El modelo que se propuso implementar se denomina Hi-Mo 4m de la empresa LONGI, misma que trabaja en asociación con la empresa SOLARPACK, estos paneles están diseñados especialmente para ser aplicados a la generación distribuida y tener una fácil

instalación en cualquier tipo de techo, en la TABLA 3.3 se indican las características técnicas que tiene este modelo y en la Fig. 25 se indica al panel junto con sus dimensiones (LONGI, 2023).

TABLA 3.3

Características del panel Hi-Mo 4m

Disposición	144 (6 x 24)
Peso	23.3 Kg
Tamaño	2094 x 1038 x 35 mm
Potencia Máxima	460 W
Voltaje de circuito abierto	49.7 V
Corriente de cortocircuito	11.73 A
Voltaje en máxima potencia	41.9 V
Corriente en máxima potencia	10.98 A
Garantía de energía	25 años
Eficiencia del módulo	21.2 %

Fuente: LONGI (2023)

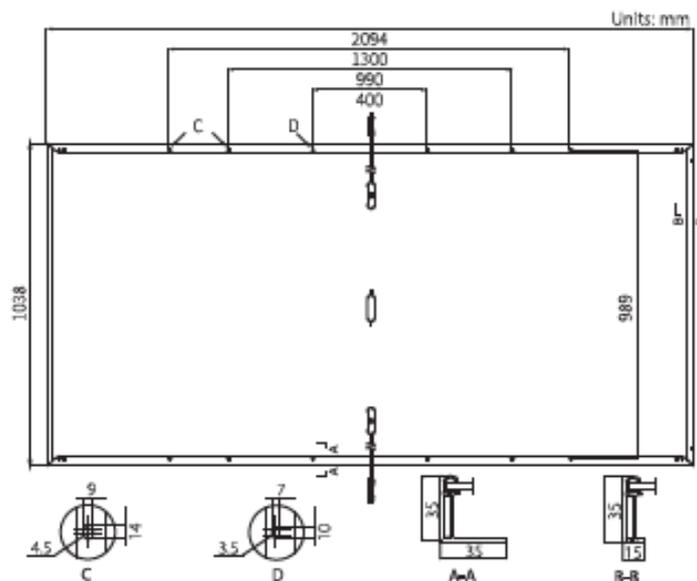


Fig. 25 Dimensiones del panel Hi-Mo 4m

Fuente: LONGI (2023)

Para la instalación de los paneles solares en las partes superiores de los edificios, se necesitó identificar el área de las zonas altas de los edificios a detalle, porque para cubrir el consumo de energía eléctrica del año 2022 que es de 933065 kWh, se necesitan un

aproximado de 1625 paneles solares, los mismos que ocuparían un espacio de 3531  $m^2$  teniendo en cuenta que cada panel ocupa un área de 2.17  $m^2$ , sin embargo, la universidad cuenta con una superficie total de edificios en planta baja de 39127  $m^2$ , por lo tanto la universidad cuenta con el espacio suficiente para la instalación de esta determinada cantidad de paneles.

Para la distribución de los paneles solares se necesitó de los planos del campus El Olivo (ver Fig. 26), los mismos que sirvieron para identificar las áreas de cada edificio de la universidad, de donde se consideró utilizar solamente el 70 % del área de los techos de cada edificio para destinar el número de paneles que se podrán instalar, de este plano se obtuvo la TABLA 3.4, en donde se muestra el área disponible y el área que ocuparan los paneles solares.

Para la instalación de los paneles solares se propuso, considerar los parámetros que se usaron en las instalaciones de la Carrera de Electricidad, en donde se tiene que el campus EL Olivo se encuentra en la latitud 0.3585 en dirección al norte y la longitud -78.112 en dirección al oeste, teniendo en cuenta que el sol se traslada de este a oeste, los paneles fotovoltaicos deben instalarse en dirección al sur, con un acimut de 180°, en donde el ángulo de inclinación es de 10.34°. Adicional a lo antes mencionado, se realizó un recalcu lo considerando la hora solar pico promedio (HSP) de la ciudad de Ibarra, el mismo que es de 4.2 horas, por lo tanto la instalación de paneles se reduce a la mitad de la que se propuso en un inicio, de esta manera se necesitarían 815 paneles fotovoltaicos para cubrir la demanda de consumo eléctrico del año 2022 (Tasinchana, 2021).

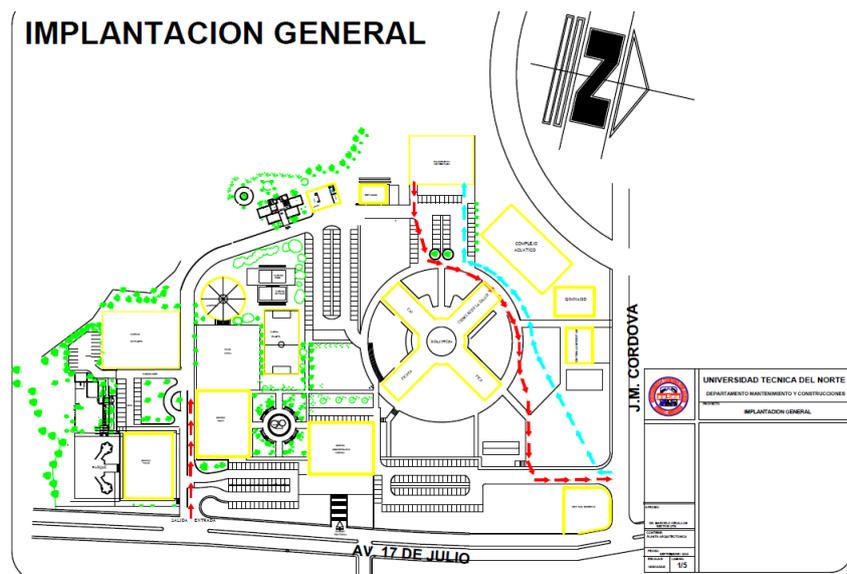


Fig. 26 Plano arquitectónico del campus El Olivo

Fuente: L. Muñoz (comunicación personal, 4 de mayo de 2023)

TABLA 3.4

Cantidad de paneles solares en cada edificio del campus El Olivo

LUGAR	ÁREA DISPONIBLE (m <sup>2</sup> )	ÁREA CUBIERTA (m <sup>2</sup> )	CANTIDAD DE PANELES	PRODUCCIÓN ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA - SOLARPACK(kWh)	PRODUCCIÓN ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA - HSP IBARRA (kWh)
Edificio Administración Central	580	488	225	129 375	272 970
FECYT	640	521	240	138 000	291168
FACAE	640	417	192	110 400	232 934
FICAYA	520	410	189	108 675	229 294
FICA	520	410	189	108 675	229 294
FCCSS	520	410	189	108 675	229 294
CAI	520	410	189	108 675	229 294
Piscina semiolímpica	364	273	126	72 450	152 863
Edificio Bienestar Estudiantil	270	191	88	50 600	106 761
<b>TOTAL</b>	<b>4574</b>	<b>3531</b>	<b>1627</b>	<b>935 525</b>	<b>1 973 876</b>

Fuente: Autor.

El valor del consumo de energía eléctrica del año 2022 es una referencia que se planteó poder llegar en el plan de mejoras, sin embargo, es posible que parte de la energía que generen estos paneles sean usados para establecer puntos de carga para transporte eléctrico. En el Anexo E se presenta una vista en 3D de lo que sería la implementación de paneles solares en los lugares establecidos de la TABLA 3.4.

### 3.3.3 Generación micro hidráulica

El campus El Olivo se encuentra ubicado cerca del río Tahuando, del cual se plantea hacer uso del flujo de agua que este tiene, esto con el propósito de incorporar una fuente de energía renovable distinta a las que ya presenta la universidad que son la energía solar y eólica.

En un estudio sobre el balance hídrico del río Tahuando, se encontraron los datos necesarios para poder tener parámetros referenciales sobre el río, en donde se pudo saber su extensión que es de 10 km, como se observa en la Fig.27, el círculo de color amarillo es donde nace el río Tahuando que es una parte de la parroquia de Angochagua, en esta zona el río presenta un caudal de 588,71 L/s debido a las precipitaciones que esta zona presenta, sin embargo, la zona que cubre el círculo tomate, es el lugar donde el río inicia su recorrido a la ciudad de Ibarra y que pasa de igual forma por la universidad, donde el río presenta un caudal promedio de 1.91 m<sup>3</sup>/s (Yáñez, 2019).

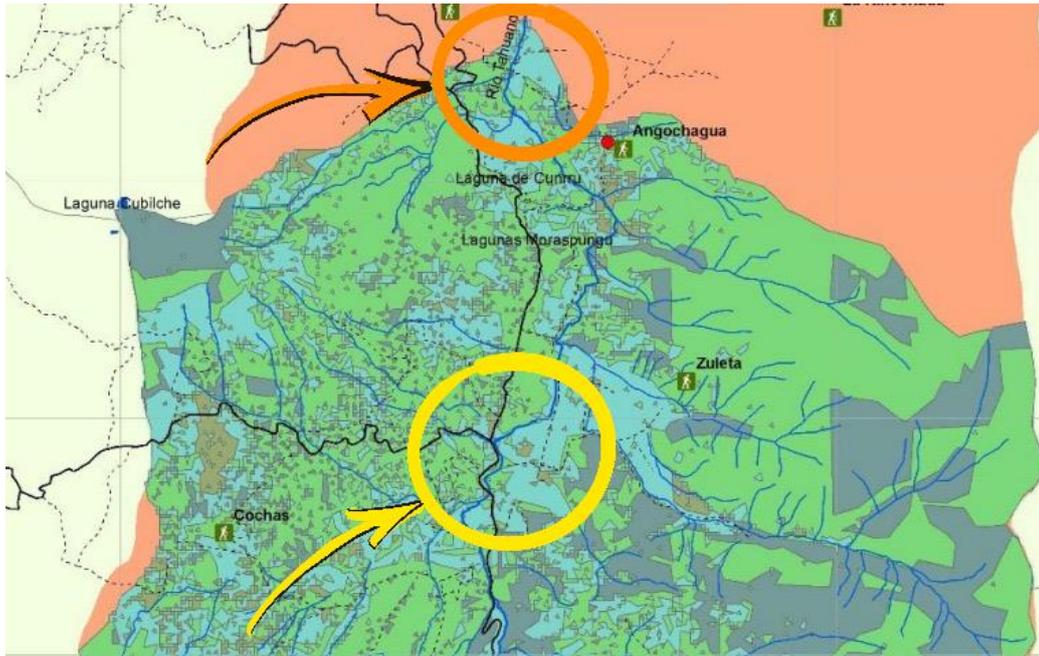


Fig. 27 Mapa del balance hídrico del río Tahuando

Fuente: Yáñez (2019)

Se propuso hacer uso de la tecnología de la empresa Smart Hydro Power (Ltd.), debido a que cuenta con las turbinas de generación hidroeléctrica necesarias para la implementación en el río Tahuando. En la Fig.28 se presenta la turbina que se propuso implementar, este modelo se denomina Smart Free Stream.

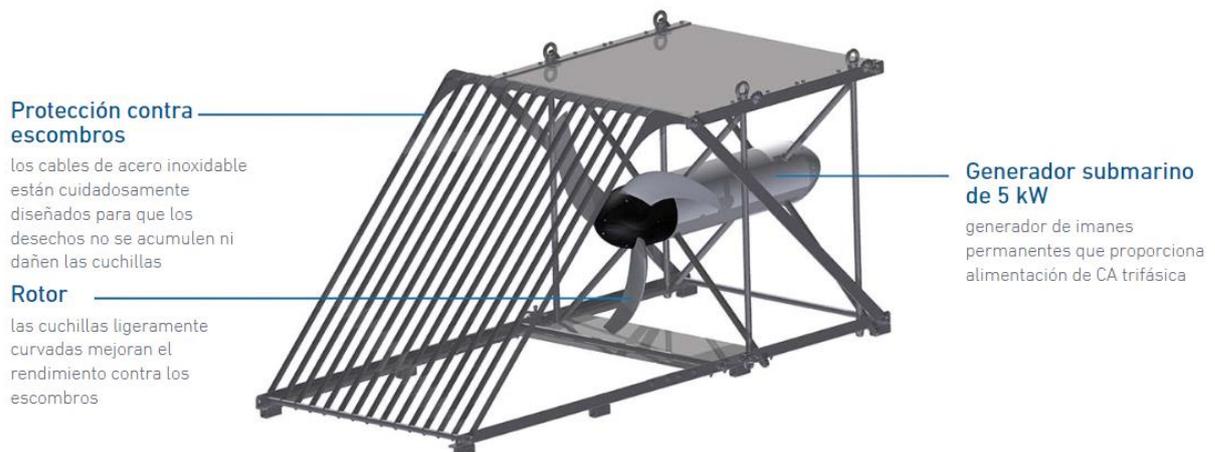


Fig. 28 Smart Free Stream

Fuente: SMART HYDRO POWER (2023)

La turbina Smart Free Stream presenta requisitos mínimos para su óptimo funcionamiento, el primero es que las dimensiones del río deben ser de 1.2 m de ancho y 1 m de altura, segundo, desde el punto donde se realice la instalación de la turbina se tiene un máximo de

500 m para poder alimentar una carga, además, este tipo de turbina está diseñada para adaptarse a situaciones adversas como el tipo del cauce y a la presencia de rocas, ramas y desechos plásticos. En la Fig.29 se presenta la curva de la potencia de salida que tiene la turbina, donde se indica que va desde los 250 W a un máximo de potencia de salida de 5000 W (SMART HYDRO POWER, 2023).

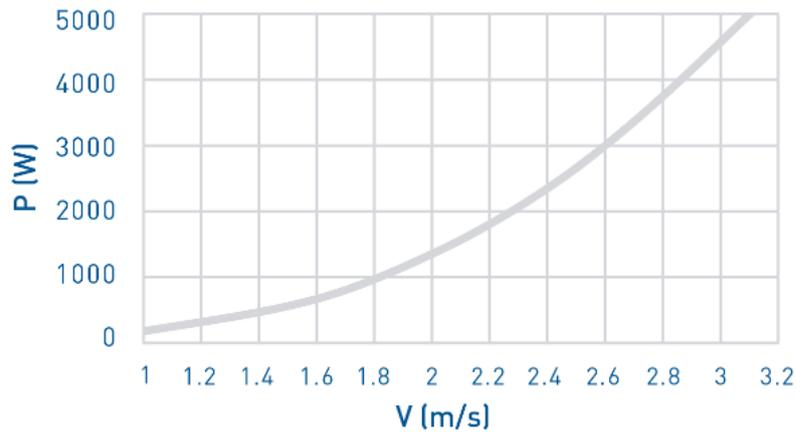


Fig. 29 Curva de la potencia de salida de la turbina en vatios

Fuente: SMART HYDRO POWER (2023)

Algunas características adicionales que la turbina presenta es que tiene un peso de 300 kg, cuenta con 3 palas en el rotor con una velocidad rotacional que van desde los 90 a 230 rpm. Esta empresa también trabaja con energía solar, por lo tanto, en la Fig. 30 se muestra el esquema de lo que sería la implementación de la generación de energía hidroeléctrica y solar en conjunto.

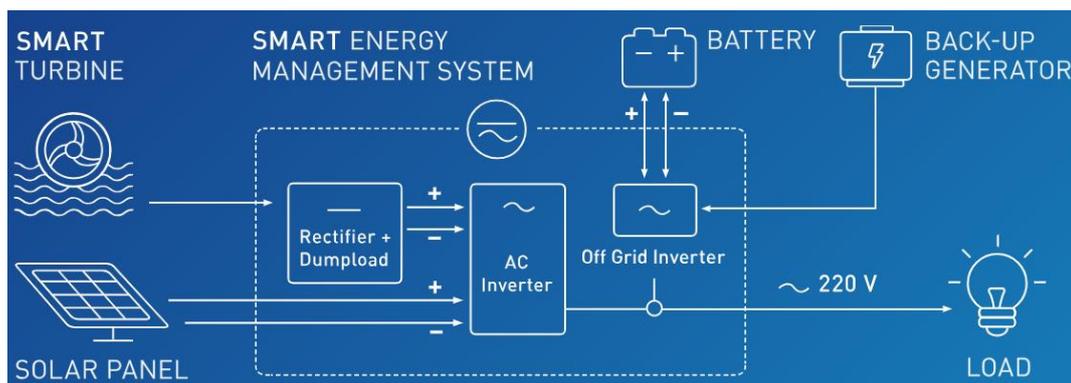


Fig. 30 Esquema de generación eléctrica a partir de una turbina y paneles solares

Fuente: SMART HYDRO POWER (2023)

En la Fig.31 se muestra una representación visual en 3D de lo que sería implementar el proyecto de una turbina denominada Smart Free Stream, para la generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable como lo es la micro hidroeléctrica.

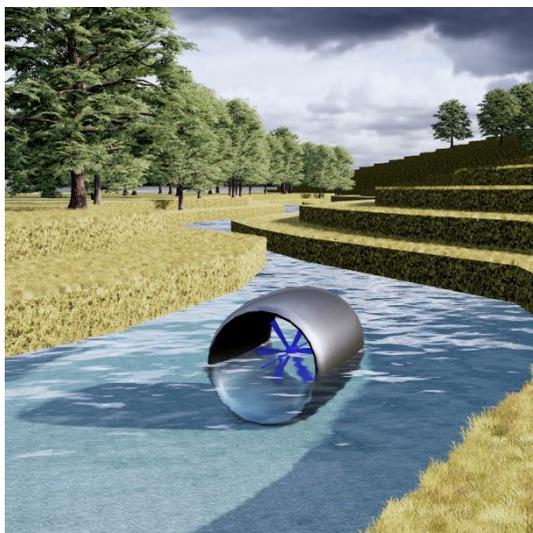


Fig. 31 Vista 3D de la implementación de una turbina en el río Tahuando

Fuente: Autor.

### 3.3.4 Biogás

Para la generación de biogás en la universidad en un inicio se contempló la idea de implementar un biodigestor, haciendo uso de las aguas residuales de la universidad, sin embargo, el campus El Olivo se encuentra cerca de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), únicamente siendo separadas por el río Tahuando.

Esta planta cuenta con una etapa de digestión anaerobia y producción de gas y energía, en donde las aguas residuales pasan por equipos sofisticados que permiten la alimentación, descarga, intercomunicación, calentado, homogeneizado, vaciado, etc., de los digestores. El resultado de este proceso da la disponibilidad de biogás de  $2424 \text{ Nm}^3$ , el mismo que es almacenado en un gasómetro de  $550 \text{ m}^3$ , que tiene una presión de servicio de 20 mbar, con la cual se alimenta a un generador de una potencia eléctrica de 255 kW a un flujo de gas de  $11 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , este sistema cuenta con un quemador de gas para la eliminación de los excesos de gas, en donde la capacidad de quemado es de  $200 \text{ Nm}^3/\text{h}$  (FuturENVIRO, 2017).

En el plan de mejoras se propuso establecer un convenio con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Ibarra, con el fin de implementar ductos de gas desde la planta hacia la universidad, con ello poder alimentar a un generador, y como alternativa suplir de esta forma el gas licuado del petróleo (GLP) que se usa en el restaurante universitario, o

el diésel que se usa para el funcionamiento de las calderas de la piscina semiolímpica de la universidad.

En la Fig. 32 se muestra una presentación visual en 3D de lo que sería el proyecto de implementación de biogás en la universidad, en donde se propuso realizar la adquisición de la tubería de la empresa Tec Tecnología en Calor Ltda., debido a que en su catálogo cuentan con la tubería necesaria para la distribución de biogás.

La tubería que dispone esta empresa tiene como principal característica la presión nominal que es de 40 a 60 bar para 4 o 6 bar, tienen un diámetro de 0.2 m y están hechas de PVC con tratamiento UV (TEC, 2023).

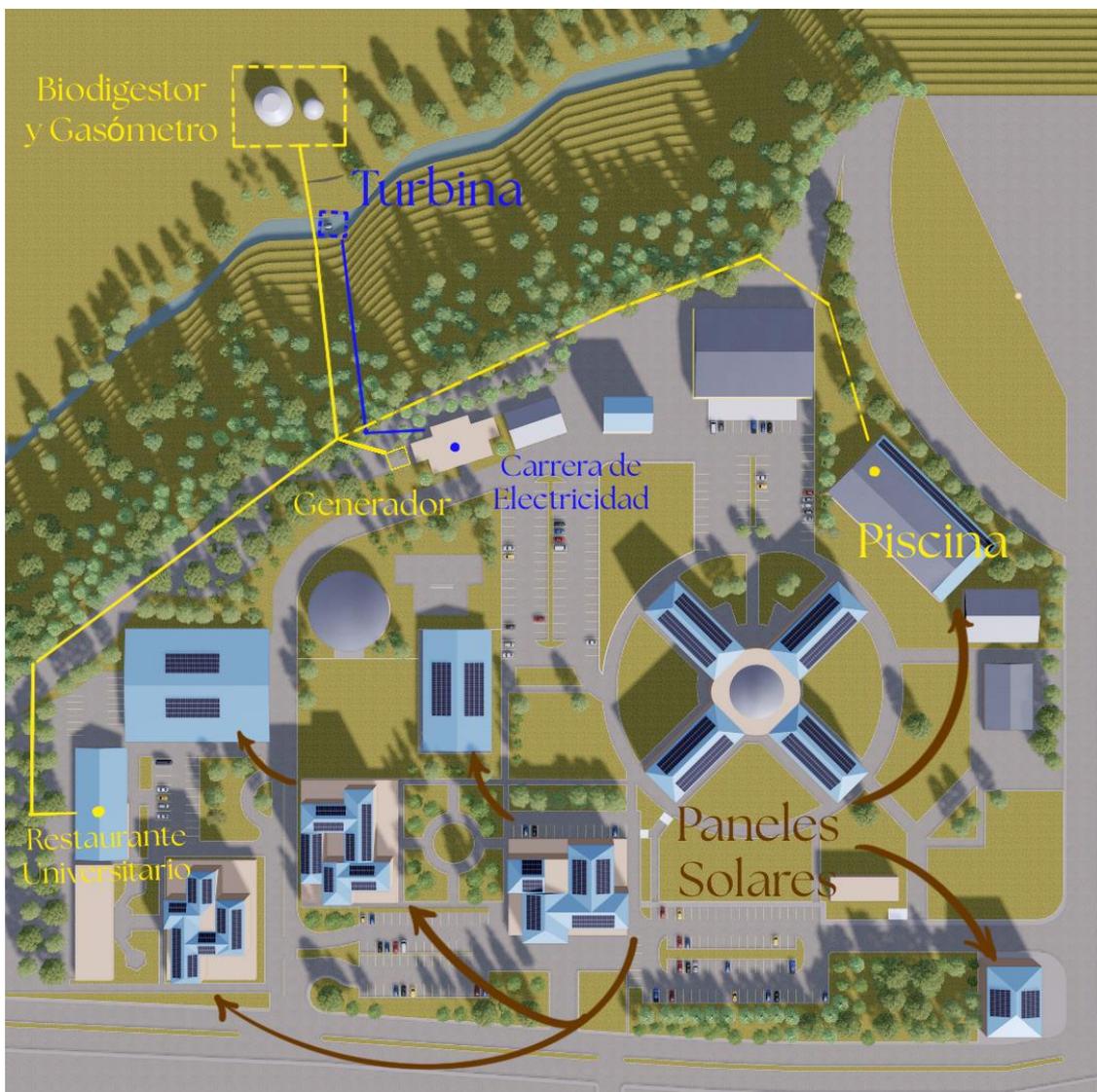


Fig. 32 Vista 3D de la implementación de paneles solares, una turbina y gaseoductos en la universidad

Fuente: Autor.

La energía eléctrica que se obtendrá del generador a biogás, será de 24.64 kWh, debido a que se propuso una presión de servicio de 20 mbar desde el gasómetro, considerando el poder calorífico del biogás de 6,4 kWh/Nm<sup>3</sup> y un caudal de biogás de 11 Nm<sup>3</sup>/h, por ello el generador que se propuso implementar es el modelo AQL50 de 36 kW (40 kVA) con una frecuencia de 60 Hz (ver Anexo G para más especificaciones técnicas del generador) (AQUALIMPIA, 2023).

En la Fig. 32 la línea de color amarillo representa la dirección por donde se propuso que se ubiquen los gaseoductos, la distancia del biodigestor de la PTAR hasta el restaurante universitario es de aproximadamente 350 m y de igual forma hasta la piscina de la universidad. La línea de color azul representa el cableado desde la turbina hasta la carrera de electricidad, en donde existe una distancia de aproximadamente 100 metros, y por último se observa la representación de lo que sería la implementación de paneles fotovoltaicos en los techos de las edificaciones.

### 3.3.5 Transporte eléctrico

En el campus El Olivo al día ingresan un aproximado de 430 vehículos y 110 motocicletas, los mismos que conforman un agente potencial de generación de gases de efecto invernadero, afectando directamente a la huella de carbono generada en la universidad diariamente. En el plan de mejoras se propuso el proyecto de transición hacia el transporte eléctrico, el cual resulta factible con la propuesta de instalación de puntos de carga a partir de la implementación de paneles solares en la universidad (W. Zamora, comunicación personal, 24 de abril de 2023).

Se propuso que la universidad sea la encargada de iniciar con esta iniciativa, en donde se realizara la adquisición de vehículos eléctricos que cuenten con tecnología *Vehicle to Grid* (V2G) o *Vehicle to Load* (V2L), debido a que, en el momento de no ser usados, la energía almacenada en las baterías de estos vehículos puede ser usada para conectarse a la red eléctrica o servir como punto de carga para diferentes dispositivos eléctricos.

En el plan de mejoras se propuso realizar convenios con empresas distribuidoras de vehículos eléctricos como lo es Skywell, en donde se le permita, principalmente al personal académico y administrativo:

- Obtener descuentos o reducción de precios para la adquisición del vehículo eléctrico.
- Para docentes con nombramiento, si requieren adquirir un vehículo eléctrico la universidad cubrirá el 5 % del valor total.

- Obtener revisiones periódicas del vehículo eléctrico de forma gratuita.
- Se establezca como forma de pago el vehículo a gasolina.

En el plan de mejoras se propuso a las cubiertas de las dos canchas de fulbito como zonas hábiles para la instalación de paneles solares, con el propósito de alimentar puntos de carga para vehículos eléctricos, debido a que estas dos canchas se encuentran cerca de parqueaderos ya establecidos, en la TABLA 3.5 se presenta el área de las cubiertas de las canchas de fulbito, y la cantidad de paneles que se propuso.

TABLA 3.5

Producción estimada de paneles solares en las canchas de fulbito

LUGAR	ÁREA DISPONIBLE (m2)	ÁREA CUBIERTA (m2)	CANTIDAD DE PANELES	PRODUCCIÓN ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA (kWh)
Canchas de Fulbito	2700	430	198	113850
Cancha Fulbito	1350	430	198	113850
<b>TOTAL</b>	<b>4574</b>	<b>859</b>	<b>396</b>	<b>227700</b>

Fuente: Autor.

Para los puntos de recarga de vehículos eléctricos, se propuso a la compañía ABB quien sea la proveedora, ya que cuentan con los protocolos necesarios para cargar cualquier tipo de vehículo eléctrico del mercado, en este caso estos puntos de recarga cuentan con una salida de suministro CHAdeMO, como se observa en la Fig.33, las características técnicas se presentan en el Anexo D (ABB, 2022).



Fig. 33 Puntos de recarga para vehículo eléctricos de la marca ABB

Fuente: ABB (2022)

### 3.4 Cronograma del plan de mejoras

Las acciones de mejora se deberán cumplir de acuerdo al cronograma propuesto en la TABLA 3.6 y el diagrama de la Fig.34, el mismo que se diseñó de acuerdo a la columna de “Priorización” del plan de mejoras. Es importante mencionar que las acciones de mejoras tienen un límite para su ejecución, por lo tanto, se determinó que el día 31 de julio del 2028, sea el plazo máximo para cumplir con todas las actividades, teniendo un plazo de 3 meses para ultimar detalles en documentación para poder evidenciar las actividades del plan de mejoras, y el día 30 de octubre del 2028 poder subir la información al ranking.

TABLA 3.6

Cronograma de actividades

N°	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	DURACIÓN EN DÍAS	FECHA FIN
1	Implementar una política de adquisición de electrodomésticos, donde estos cuenten con la etiqueta de eficiencia energética con la clase energética A o la etiqueta de Energy Star.	08/01/2024	81	29/03/2024
2	Adoptar como modelo hacia edificios inteligentes el Sistema de Automatización de Edificios (BAS).	04/01/2024	1650	11/07/2028
3	Implementación de una micro turbina en el río Tahuando, y establecer un convenio con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la instalación de gasoductos.	05/02/2024	177	31/07/2024
4	Implementar sistemas de iluminación, climatización y ventilación inteligentes.	01/04/2024	152	31/08/2024
5	Ejecución y puesta en marcha del “Parque de Energías Renovables” e implementación de paneles solares en los techos de los edificios del campus El Olivo.	04/01/2024	1650	11/07/2028
6	Instalación de grifos inteligentes.	13/01/2025	91	14/04/2025
7	Implementar puntos de recarga de vehículos eléctricos.	01/07/2026	240	26/02/2027
8	Adquirir transporte eléctrico, como scooters o bicicletas eléctricas.	04/01/2027	347	17/12/2027
9	Ejecutar los proyectos de implementación de una micro turbina, instalación de paneles solares, instalación de gasoducto de biogás, y uso de vehículos eléctricos.	05/06/2028	87	31/08/2028
10	Difundir programas de cambio climático por medio de medios digitales, con el fin de llegar a acuerdos con instituciones internacionales.	04/03/2024	116	28/06/2024

Fuente: Autor.

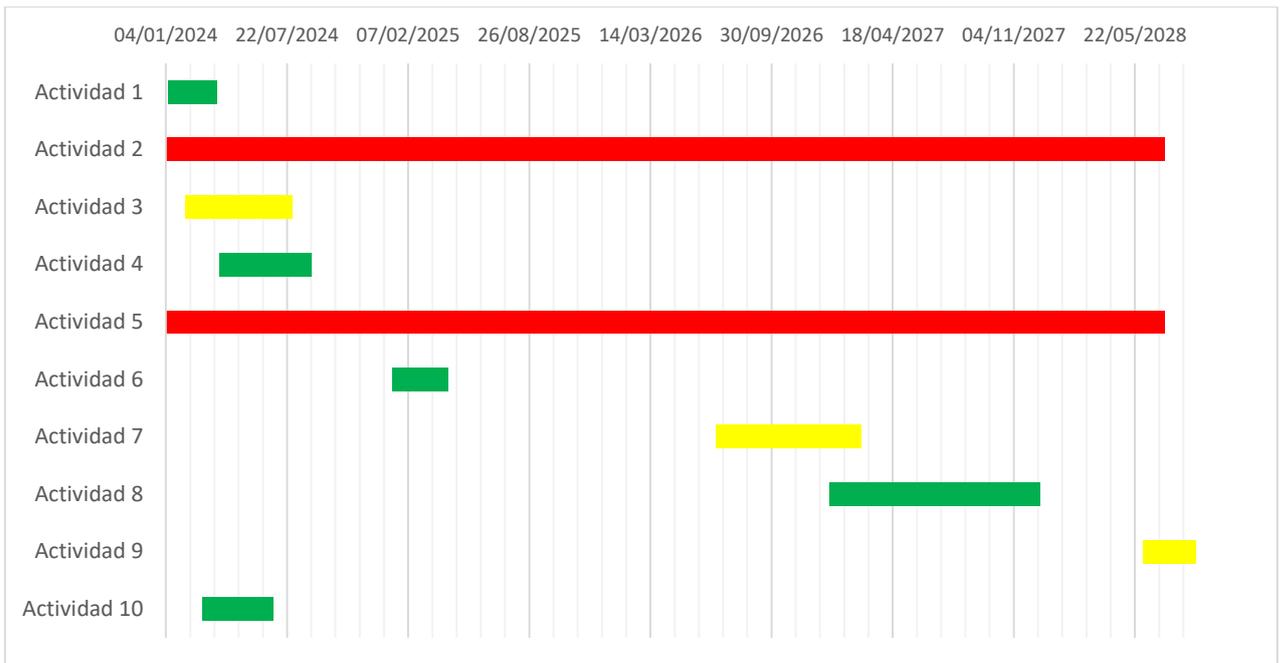


Fig. 34 Diagrama del plan de mejoras

Fuente: Autor.

De la planificación del cronograma de actividades de la TABLA 3.6, se destacan las siguientes actividades, las cuales son objeto de mejora prioritario debido a su bajo puntaje en el ranking.

### 3.4.1 Actividad 2

La universidad cuenta con 62 455 metros cuadrados de construcción en edificios de los cuales 4 656 metros cuadrados, cuentan como edificios inteligentes, sin embargo, en cuanto a edificaciones sustentables se cumple con requerimientos importantes como ventilación e iluminación naturales, en el plan de mejoras se propuso llegar a los 61 220 metros cuadrados de edificios inteligentes, lo que corresponde a tener el 98% de edificios inteligentes.

En la Tabla 3.7 se muestra las edificaciones que se consideraron para implementar el Sistema de Automatización de Edificios, teniendo en cuenta la superficie en metros cuadrados de cada edificio inteligente a instalar, y el orden de ejecución en años. Conforme a este enfoque, se dará comienzo a esta actividad con la implementación en el Edificio de Administración Central en el año 2024, culminando posteriormente con el Gimnasio en el año 2028.

TABLA 3.7

Área de los edificios del campus El Olivo

No.	LUGAR	ÁREA DEL EDIFICIO (m2)	DÍAS	AÑO DE EJECUCIÓN
1	FECYT	10700	288	2024
2	Edificio Administración Central	10250	277	2025
3	FACAE	9550	258	
4	Edificio Bienestar Estudiantil	6000	162	2026
5	FICAYA	3750	101	
6	FICA	3750	101	
7	FCCSS	3750	101	2027
8	CAI	3750	101	
9	Coliseo Universitario	2400	65	
10	Piscina semiolímpica	2250	61	
11	Biblioteca	1800	49	
12	Posgrado	1500	41	2028
13	Restaurante Universitario	900	24	
14	Gimnasio	870	23	
	<b>TOTAL</b>	<b>61220</b>	<b>1650</b>	
	Auditorio	575		
	Editorial Universitario	830		
	<b>TOTAL CAMPUS</b>	<b>62455</b>		

Fuente: Autor.

En esta acción de mejora se propuso seguir los siguientes pasos, para su correcta ejecución:

1. Evaluar aquellos dispositivos eléctricos que estén por cumplir su máximo de vida útil y retirarlos del edificio, tales como lámparas fluorescentes, ordenadores, ventiladores y calefactores.
2. Instalación de la estructura del sistema de automatización, es decir, instalación de los ordenadores que se usaran como centro de control y monitoreo del sistema, conjuntamente con el cableado de comunicación KNX, distribuida para los diferentes sensores y actuadores del edificio.
3. Instalación del software ETS Inside en el centro de control y monitoreo (interfaz de usuario), e instalación de la base de datos donde se recopilará la información proporcionada por los sensores.
4. Instalación de sensores de luminosidad, humedad, calidad del aire y presencia.
5. Instalación de luminarias led compatibles con el sistema KNX.

6. Instalación de dispositivos periféricos compatibles con el sistema KNX como lo son: cámaras de seguridad, sistemas de ventilación y calefacción.
7. Instalación de persianas automáticas.

### **3.4.2 Actividad 3**

En cuanto a la implementación de energías renovables, en el plan de mejoras se propuso la implementación de una turbina y la instalación de gasoductos, sumándose de esta manera la micro hidroeléctrica y la biomasa como fuentes de energía renovable, a la energía solar y eólica que ya tiene la universidad, con esto la universidad llegaría a tener 4 fuentes de energía renovable, adicional a esto, reducir el consumo de electricidad anual favorece a que el porcentaje de producción de energía renovable se incremente, incrementando la generación anual de electricidad de las energías renovables que tiene la universidad y la aplicación de las acciones del plan de mejoras, se prevé llegar al 100% de cumplimiento en este indicador.

### **3.4.3 Actividad 5**

Para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) la universidad cuenta con el proyecto “Parque de Energías Renovables”, el mismo que está enfocado al alcance 2 de la huella de carbono, sin embargo, en el plan de mejoras se propuso implementar puntos de recarga para vehículos eléctricos, y también adquirir transportes eléctricos, con el fin de reducir el uso de transportes tradicionales que generan emisiones directas de gases de efecto invernadero, aplicando esta actividad de mejora se lograría obtener un 100% de cumplimiento en el indicador EC.7 y EC.8, que tratan acerca de programas de reducción de GEI y la reducción de la huella de carbono respectivamente.

### **3.4.4 Actividad 7**

Los programas innovadores de energía y cambio climático, son los puntos fuertes de la universidad dentro de la categoría *Energy and Climate Change*. En el plan de mejoras se propuso establecer relaciones con universidades internacionales con el fin de difundir las acciones que se proponen en el plan de mejoras, las mismas que conforman proyectos como la implementación de paneles fotovoltaicos en los techos de los edificios del campus El Olivo, y la implementación de puntos de recarga para vehículos eléctricos, con ello se lograría obtener el 100% en este indicador.

## **3.5 Estimación de los indicadores con la aplicación del plan de mejoras**

Con la aplicación del plan de mejoras se prevé obtener una mejora progresiva en indicadores que son de prioridad, como lo son la implementación de edificios inteligentes, el

número de fuentes de energía renovable en el campus, la proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año, programas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y, por último, el número de programas innovadores en energía y cambio climático. A continuación, en la TABLA 3.8, se muestra el estimado en porcentajes el cumplimiento de cada indicador aplicando las acciones de mejora.

TABLA 3.8

Puntuación estimada aplicando el plan de mejoras

N°	CRITERIOS	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO					
		2023	2024	2025	2026	2027	2028
EC.1	Uso de electrodomésticos de bajo consumo	100%	100%	100%	100%	100%	100%
EC.2	Implementación de edificios inteligentes	0%	16%	47%	64%	81%	100%
EC.3	Número de fuentes de energía renovable en el campus	50%	100%	100%	100%	100%	100%
EC.4	Consumo total de electricidad dividido por la población total del campus (kWh por persona)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
EC.5	La proporción de producción de energía renovable dividida por el uso total de energía por año	0%	16%	47%	64%	81%	100%
EC.6	Elementos de la implementación de edificios verdes como se refleja en todas las políticas de construcción y renovación	100%	100%	100%	100%	100%	100%
EC.7	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	50%	75%	75%	75%	100%	100%
EC.8	Huella de carbono total dividida por la población total del campus (toneladas métricas por persona)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
EC.9	Número de innovadores programa(s) en energía y cambio climático	25%	25%	25%	25%	25%	100%
EC.10	Programa(s) universitario(s) de impacto sobre el cambio climático	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>TOTAL EN PORCENTAJE</b>		62%	75%	79%	82%	89%	<b>100%</b>
<b>TOTAL EN PUNTOS</b>		1300	1575	1659	1722	1869	<b>2100</b>

Fuente: Autor.

Para el plan de mejoras se realizó una estimación de precios que se necesitan para realizar cada una de las acciones y con ello poder ejecutar el plan de mejoras en su totalidad, el

mismo se muestra en la TABLA 3.8, en donde se tomó en cuenta los Salarios Mínimos Por Ley 2023 (en dólares) elaborado en base al Acuerdo Ministerial No. MDT-2022-16, en donde estipula que el salario mínimo para un ingeniero eléctrico y técnico electricista es de 523,70 y 467.71 dólares respectivamente (CAMICON, 2022).

TABLA 3.9

Estimación de inversión para ejecutar el plan de mejoras

	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN	PRODUCTO	PRECIO (USD)	PERSONAL	MANO DE OBRA (USD)
1	Implementar una política de adquisición de electrodomésticos, donde estos cuenten con la etiqueta de eficiencia energética con la clase energética A o la etiqueta de Energy Star.		Documentos	300	1 Ingeniero	2614.5
2	Adoptar como modelo hacia edificios inteligentes el Sistema de Automatización de Edificios (BAS).	Considerando a 10 USD el metro cuadrado para la implementación de edificios inteligentes	ABB i-bus	772112	3 Ingenieros, 6Tecnólogos	2188680
3	Implementación de una micro turbina en el río Tahuando, y establecer un convenio con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la instalación de un gasoducto.		Turbina Smart Free Stream / Tubería PVC	12000	1 Ingeniero, 3 Tecnólogos	57804.9
4	Implementar sistemas de iluminación, climatización y ventilación inteligentes.	Está incluido en la actividad 2				
5	Implementación de paneles solares en los techos de los edificios del campus El Olivo.	Un panel de 460 W en el mercado cuesta 450 USD. (Precio incluido con componentes del sistema fotovoltaico)	Paneles Solares Longi Hi-Mo 4m	450031	4 Ingenieros, 8 Tecnólogos	3210064
6	Instalación de grifos inteligentes, e instalación de sistemas de recolección de agua de lluvia.	Está incluido en la actividad 2				
7	Implementar puntos de recarga de vehículos eléctricos.		Estación de carga ABB Terra 184	48500	3 Tecnólogos	42093.9
8	Adquirir transporte eléctrico, como scooters o bicicletas eléctricas.		Nissan e-NV200	102790	1 Ingeniero	10474
9	Ejecutar los proyectos de implementación de una micro turbina, instalación de paneles solares, instalación de gasoducto de biogás, y uso de vehículos eléctricos.	El precio está incluido en la actividad 3				
10	Difundir programas de cambio climático por medio de medios digitales, con el fin de llegar a acuerdos con instituciones internacionales.		Documentos	300	1 Ingeniero	5237
	<b>TOTAL</b>			<b>1386033</b>		<b>5516972,3</b>

**6903005,3**

Fuente: Autor.

La Tabla 3.9 muestra la inversión que se necesita para ejecutar el plan de mejoras, este valor es de 6 903 005,3 dólares, en donde se contemplan tanto los productos que se requieren adquirir y la mano de obra, de esta forma para el intervalo de años desde el 2024 al 2028 se tiene una inversión anual de 1 725 751 dólares, lo que corresponde al 5 % del presupuesto anual de la universidad.

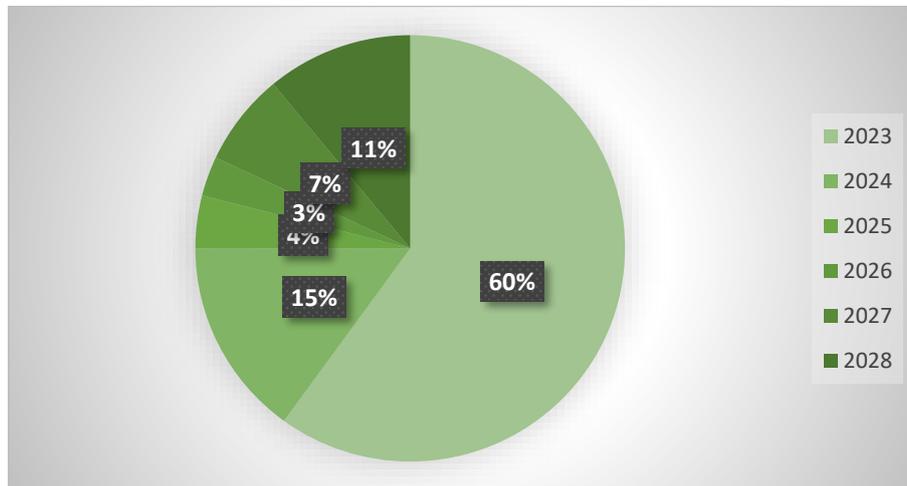


Fig. 35 Porcentaje de cumplimiento de indicadores aplicando el plan de mejoras

Fuente: Autor.

Aplicando el plan de mejoras propuesto, se cumplirá con el 100 % de los indicadores para el año 2028, tal y como se observa en la Fig.35, teniendo en cuenta las barreras que presenta la universidad, de este modo, esta mejora será progresiva a lo largo de los años, en donde los progresos relevantes se realizarán en los años 2024 y 2028, con esto se obtendrá una calificación de 2100 de 2100 puntos posibles en la categoría *Energy and Climate Change*.

## Conclusiones

- La descripción de los indicadores de la categoría *Energy and Climate Change* para ser partícipe del ranking *UI GreenMetric*, fue esencial debido a que se identificó la metodología que emplea el ranking para que una universidad forme parte del mismo, y principalmente determinar las características que tenía cada indicador, esta sección del trabajo de investigación, facilitó el proceso de verificación del estado actual de los indicadores.
- La verificación del estado actual de los indicadores de la categoría *Energy and Climate Change* sirvió en un inicio para poder comparar los datos enviados en el cuestionario del 2021, es decir poder analizar aquello que solicitaba el ranking frente a lo que la universidad contaba en ese momento, esto permitió conocer la realidad en la que se encuentra la universidad con respecto a los indicadores, como resultado de esta sección se obtuvo la tabla de cumplimiento de indicadores, en donde para el año 2021 la universidad solo cumplió 1 de 10 indicadores en total y para el año 2022 la universidad cumplió con 5 de 10 indicadores en total.
- El plan de mejoras se elaboró siguiendo las necesidades y falencias que presentaron cada uno de los indicadores, por lo que se determinó que la universidad necesita mejorar en cuatro aspectos principales, los cuales son, edificios sustentables, implementación de energías renovables, reducción de la huella de carbono y programas de cambio climático. Las propuestas realizadas en el plan de mejoras promueven o están sustentadas con un enfoque hacia la sostenibilidad, en función de lo ya establecido, se presentó un plan de mejoras, el mismo que con su aplicación y puesta en marcha, promoverá la obtención de una calificación de 2100 de 2100 puntos posibles en la categoría *Energy and Climate Change*, logrando así el 100 % de cumplimiento de los indicadores para el año 2028, lo que conllevará a que la Universidad Técnica Del Norte sea un referente en esta categoría y se encamine hacia el desarrollo sostenible.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda realizar estudios sobre los parámetros a cumplir para poder implementar la norma ISO 50001 en la Universidad Técnica Del Norte, la misma que certifica a nivel internacional sobre eficiencia energética y reducción de la huella de carbono que mantiene una organización u institución.
- Se recomienda iniciar nuevos estudios sobre fuentes de energía renovable para ser aplicados en la Universidad Técnica Del Norte, que sean orientados al cumplimiento de los indicadores del ranking UI GreenMetric, con ello poder iniciar con proyectos como el hidrogeno verde, el cual contribuye a la descarbonización del medioambiente.

## Bibliografía

- ABB. (11 de Julio de 2022). *ABB*. Obtenido de ABB library: <https://library.abb.com/r?cid=9AAC187614&dk=data%20sheet>
- AQUALIMPIA. (2023). *Aqualimpia Engineering*. Obtenido de <https://www.aqualimpia.com/generadores/>
- ARCERNN. (2020). *Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables*. Obtenido de ARCERNN: <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/Atlas-2020-baja.pdf>
- CAMICON. (2022). *Cámara De La Industria De La Construcción*. Obtenido de CAMICON: <https://www.contraloria.gob.ec/WFDescarga.aspx?id=2769&tipo=doc>
- Cavalcanti Bandos, M., Quispe Prieto, S., Paucar Caceres, A., Burrowes Cromwel, T., & Rojas Jiménez, H. (2021). Provision of education for sustainability development and sustainability literacy in business programs in three higher education institutions in Brazil, Colombia and Peru. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 1055-1086.
- Chonkan, L. (Mayo de 2016). *Academia*. Obtenido de Academia.edu: [https://www.academia.edu/25433171/Modelado\\_de\\_Informaci%C3%B3n\\_de\\_Edificios\\_BIM\\_como\\_Herramienta\\_en\\_la\\_Programaci%C3%B3n\\_de\\_Obra\\_y\\_Mejoramiento\\_de\\_la\\_Constructibilidad](https://www.academia.edu/25433171/Modelado_de_Informaci%C3%B3n_de_Edificios_BIM_como_Herramienta_en_la_Programaci%C3%B3n_de_Obra_y_Mejoramiento_de_la_Constructibilidad)
- CONEVAL. (2013). *Manual para el Diseño y la Construcción de Indicadores. Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México*. México, DF: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- Domingues, P., Carreira, P., Vieira, R., & Kastner, W. (2016). *Building automation systems: Concepts and technology review*. Lisboa: Elsevier B.V.
- Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., & Sokona, Y. (2011). *Fuentes de Energía Renovables y Mitigación del Cambio Climático*. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Eini, R., Linkous, L., Zohrabi, N., & Abdelwahed, S. (2021). *Smart building management system: Performance specifications and design requirements*. Richmond: Journal of Building Engineering. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221000784>
- ENERGY STAR. (Abril de 2021). *ENERGY STAR*. Recuperado el 1 de Febrero de 2022, de [energystar.gov: https://www.energystar.gov/sites/default/files/asset/document/2021%20About%20ENERGY%20STAR%20Overview%204.12.21%20v1.pdf](https://www.energystar.gov/sites/default/files/asset/document/2021%20About%20ENERGY%20STAR%20Overview%204.12.21%20v1.pdf)
- Fissi, S., Romolini, A., Gori, E., & Contri, M. (2021). The path toward a sustainable green university: The case of the University of Florence. *Journal of Cleaner Production*, 123-131.

- FuturENVIRO. (18 de Septiembre de 2017). *Futurenviro*. Obtenido de [https://img.interempresas.net/docs-futur/EDAR\\_lbarra.pdf](https://img.interempresas.net/docs-futur/EDAR_lbarra.pdf)
- Ingersoll Rand. (13 de Marzo de 2015). *Academia*. Obtenido de Academia.edu: [https://www.academia.edu/26229579/Sistemas\\_inverter\\_de\\_alta\\_eficiencia](https://www.academia.edu/26229579/Sistemas_inverter_de_alta_eficiencia)
- INNIO. (2023). *Industrias INNIO*. Obtenido de <https://www.innio.com/es/productos/jenbacher/tipo-2>
- Khan, S., & Henderson, C. (2020). How Western Michigan University is approaching its commitment to sustainability through sustainability-focused courses. *Journal of Cleaner Production*, 119-127.
- LONGI. (2023). *LONGi Green Energy Technology Co., Ltd*. Obtenido de LONGi: <https://www.longi.com/en/products/modules/hi-mo-4m/>
- MERNNR. (2019). *Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables*. Obtenido de MERNNR: [https://drive.google.com/file/d/1v1GWIJGk0eFf5mNSyuG9yDBY2nVzI3h\\_/view](https://drive.google.com/file/d/1v1GWIJGk0eFf5mNSyuG9yDBY2nVzI3h_/view)
- Ministerio de Ambiente. (4 de Noviembre de 2015). *Gob.ec*. Obtenido de <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/REGISTRO%20OFICIAL%20387%20-%20INCENTIVOS%20AMBIENTALES.pdf>
- Mulder, K. (2007). *Desarrollo sostenible para ingenieros*. Barcelona: Edicions UPC.
- Naciones Unidas. (21 de Octubre de 2015). *Naciones Unidas*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://undocs.org/es/A/RES/70/1>
- OpenStreetMap. (13 de Noviembre de 2022). *OpenStreetMap*. Obtenido de [openstreetmap.org](https://www.openstreetmap.org/): <https://www.openstreetmap.org/search?query=Universidad%20T%C3%A9cnica%20Del%20Norte#map=17/0.35789/-78.11187&layers=N>
- Perchinunno, P., & Cazzolle, M. (2020). A clustering approach for classifying universities in a world sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 106-115.
- Romero, J. (14 de Agosto de 2018). *UI GreenMetric World University Rankings*. Obtenido de UI GreenMetric : <https://greenmetric.ui.ac.id/publications/guidelines/2018/spanish>
- Sachs, J. (2015). *La era del desarrollo sostenible*. Barcelona: Centro Libros PAPF, S.L.U.
- Schallenberg, J. C., Gonzalo, R., Izquierdo, P., Martel Rodríguez, G., & Pardilla Fariña, J. (s.f.). *Cienciacanaria.es*. Recuperado el 27 de Enero de 2022, de Cienciacanaria: <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- SMART HYDRO POWER. (2023). *Smart Hydro Power GmbH (Ltd.)*. Obtenido de Smart Hydro Power: <https://www.smart-hydro.de/renewable-energy-systems/hydrokinetic-turbines-river-canal/>
- SOLARPACK. (2022). *SOLARPACK*. Obtenido de Solarpack|click&go: <https://www.solarpackclickandgo.es/faq/cuantos-paneles-necesito/>

- Tasinchana, C. (8 de Mayo de 2021). *Repositorio Digital Universidad Técnica Del Norte*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11274/2/04%20MEL%20114%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- TEC. (2023). *Tec Tecnología en Calor Ltda.* Obtenido de TEC: <https://teccalor.com.br/es/productos/categorias/biogas/tuberias-para-biogas/>
- UI GreenMetric . (2021). *FACT FILE 2021 UI GREENMETRIC WORLD UNIVERSITY RANKINGS*. Yakarta.
- UI GreenMetric. (23 de Febrero de 2021). *UI GreenMetric*. Obtenido de UI GreenMetric World University Rankings: <https://drive.google.com/file/d/1eZ4In4hpKeNIEJsRJJZqQvVfVdbefWXO/view>
- Universidad Técnica Particular de Loja. (22 de Enero de 2021). *UTPL BLOG*. Obtenido de UTPL BLOG: <https://noticias.utpl.edu.ec/utpl-se-convierte-en-la-primer-universidad-sostenible-del-pais>
- UTN. (30 de Octubre de 2021). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE*. Obtenido de <https://www.utn.edu.ec/campus-universitarios/>
- UTN. (20 de Noviembre de 2022). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE*. Obtenido de <https://www.utn.edu.ec/campus-universitarios/>
- Veiga Ávila, L., Leal Filho, W., Brandli, L., Macgregor, C., Molthan-Hill, P., Gokçin Ozuyar, P., & Moreira, R. (2017). Barriers to innovation and sustainability at universities around the world. *Journal of Cleaner Production*, 1268-1278.
- Woo, J., & Choi, K.-S. (2013). Analysis of Potential Reductions of Greenhouse Gas Emissions on the College Campus through the Energy Saving Action Programs. *Environmental Engineering Research*, 18(3), 191-197.
- Xie, X., Lu, Q., Kumar Parlikad, A., & Schooling, J. (2020). *Digital Twin Enabled Asset Anomaly Detection for Building Facility Management*. Londres: IFAC-PapersOnLine.
- Yáñez, M. (23 de Julio de 2019). *ESPE*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/21130/T-ESPE-039792.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## Anexos

### Anexo A: Cálculo de la Huella de Carbono

#### Option 2: Recommended by UI GreenMetric

##### CO<sub>2</sub> (electricity)

$$= \frac{\text{electricity usage per year (kWh)}}{1000} \times 0,84$$

$$= \frac{591500 \text{ kWh}}{1000} \times 0,84$$

$$= 1496.86 \text{ metric tons}$$

##### CO<sub>2</sub> (cars)

$$= \frac{\text{number of cars entering your university} \times 2 \times \text{approximate travel distance of vehicle each day inside campus only (KM)} \times 240}{100} \times 0,02$$

$$= \frac{142 \times 2 \times 0.3 \times 240}{100} \times 0,02$$

$$= 4.09 \text{ metric tons}$$

##### CO<sub>2</sub> (motorcycle)

$$= \frac{\text{number of motorcycle entering your university} \times 2 \times \text{approximate travel distance of vehicle each day inside campus only (KM)} \times 240}{100} \times 0,01$$

$$= \frac{15 \times 2 \times 0.3 \times 240}{100} \times 0,01$$

$$= 0.22 \text{ metric tons}$$

##### CO<sub>2</sub> (total)

$$= 1496.86 + 4.09 + 0.22$$

$$= 1501.17 \text{ metric tons}$$

**Carbon footprint in 2021 = 1501.17 metric tons**

Fuente: L. Álvarez (comunicación personal, 8 de diciembre de 2022)

## Anexo B: Cuestionario 2021 para el ranking UI GreenMetric



### Questionnaire Data



#### University Profile

Username : utn.edu.ec  
 University Name : Universidad Tecnica del Norte  
 University Leader : President: PhD. Marcelo Cevallos Vallejos

#### PIC Profile

PIC Name : José Ali Moncada Rangel  
 PIC Position : Coordinador de programa  
 Email : jmoncada@utn.edu.ec

Submitted Date : 06 November 2021 13:32:16 (GMT +7)

Setting and Infrastructure		
Question		Answer
1.1()	Type of higher education institution	<input checked="" type="radio"/> Comprehensive <input type="radio"/> Specialized higher education institution
1.2()	Climate	<input type="radio"/> Tropical Wet <input checked="" type="radio"/> Tropical Wet and Dry <input type="radio"/> Semiarid <input type="radio"/> Arid <input type="radio"/> Mediterranean <input type="radio"/> Humid Subtropical <input type="radio"/> Marine west coast / Oceanic Climate <input type="radio"/> Humid Continental <input type="radio"/> Subartic
1.3()	Number of campus site	11
1.4()	Campus setting	<input type="radio"/> Rural <input type="radio"/> Suburban <input checked="" type="radio"/> Urban <input type="radio"/> In city center <input type="radio"/> High rise building
1.5()	Total campus area (m <sup>2</sup> )	7633001
1.6()	Total campus ground floor area of buildings (m <sup>2</sup> )	59314
1.7()	Total campus buildings area (m <sup>2</sup> )	96514
1.8(SI.1)	The ratio of open space to total area.	<input type="radio"/> <= 1% <input checked="" type="radio"/> > 1 - 80% <input type="radio"/> > 80 - 90% <input type="radio"/> > 90 - 95% <input type="radio"/> > 95%
1.9(SI.2)	Total area on campus covered in forest vegetation (please provide total area in square meters)	<input type="radio"/> <= 2% <input type="radio"/> > 2 - 9% <input type="radio"/> > 9 - 22% <input checked="" type="radio"/> > 22 - 35%: <b>2055931 m<sup>2</sup></b> <input type="radio"/> > 35%
1.10(SI.3)	Total area on campus covered in planted vegetation (please provide total area in square meters)	<input type="radio"/> <= 10% <input checked="" type="radio"/> > 10 - 20%: <b>821420 m<sup>2</sup></b> <input type="radio"/> > 20 - 30% <input type="radio"/> > 30 - 40% <input type="radio"/> > 40%
1.11(SI.4)	Total area on campus for water absorption besides forest and planted vegetation (please provide total area in square meters)	<input type="radio"/> <= 2% <input type="radio"/> > 2 - 10% <input type="radio"/> > 10 - 20% <input type="radio"/> > 20 - 30% <input checked="" type="radio"/> > 30%: <b>2877351,79 m<sup>2</sup></b>
1.12()	Total number of regular students (part time and full time)	10846
1.13()	Total number of online students (part time and full time)	938
1.14()	Total number of academic and administrative staff	886
1.15()	Estimated total population in campus during pandemic	132

1.16(SI.5)	The total open space area divided by total campus population.	<input type="radio"/> $\leq 10 \text{ m}^2 / \text{person}$ <input type="radio"/> $> 10 - 20 \text{ m}^2 / \text{person}$ <input type="radio"/> $> 20 - 40 \text{ m}^2 / \text{person}$ <input type="radio"/> $> 40 - 70 \text{ m}^2 / \text{person}$ <input checked="" type="radio"/> $> 70 \text{ m}^2 / \text{person}$
1.17()	Total university's budget (in US Dollars)	33455637
1.18()	University's budget for sustainability effort (in US Dollars)	285429
1.19(SI.6)	Percentage of University's budget for sustainability effort	<input checked="" type="radio"/> $\leq 1\%$ <input type="radio"/> $> 1 - 5\%$ <input type="radio"/> $> 5 - 10\%$ <input type="radio"/> $> 10 - 15\%$ <input type="radio"/> $> 15\%$
1.20(SI.7)	Percentage of Operation and Maintenance activities during Covid-19 pandemic	<input type="radio"/> $< 25\%$ <input type="radio"/> $> 25 - 50\%$ <input type="radio"/> $> 50 - 75\%$ <input checked="" type="radio"/> $> 75-99\%$ <input type="radio"/> $100\%$
1.21(SI.8)	Campus facilities for disable and maternity care	<input type="radio"/> None <input type="radio"/> Policy is inplace <input type="radio"/> Planning stage <input type="radio"/> Implemented stage <input checked="" type="radio"/> Facilities available
1.22(SI.9)	Security and safety facilities	<input type="radio"/> Passive security system <input type="radio"/> Security infrastructure (CCTV, panic button) available <input type="radio"/> Security infrastructure (CCTV, panic button, personel, fire extinguisher, hydrant) available <input checked="" type="radio"/> Security infrastructure available and security responding time for accident, crime, fire and natural dissaster more than 10 minutes <input type="radio"/> Security infrastructure available and security responding time for accident, crime, fire and natural dissaster less than 10 minutes
1.23(SI.10)	Health infrastructure facilities for students and academic and administrative staff wellbeing	<input type="radio"/> Health infrastructure in preparation (first aid) <input type="radio"/> Health infrastructure (first aid, emergency room, clinic and personel ) available <input type="radio"/> Health infrastructure (first aid, emergency room, clinic and certified personel) available <input type="radio"/> Health infrastructure (first aid, emergency room, clinic, hospital and certified personel) available <input checked="" type="radio"/> Health infrastructure available (first aid, emergency room, clinic,hospital and certified personel), system and accessible for public
1.24(SI.11)	Conservation: plant, animal and wildlife, genetic resources for food and agriculture secured in either medium or long-term conservation facilities	<input type="radio"/> Conservation program in preparation <input type="radio"/> Conservation program 1-25% implemented <input type="radio"/> Conservation program 25-50% implemented <input type="radio"/> Conservation program 50-75% implemented <input checked="" type="radio"/> Conservation program fully implemented
<b>Energy and Climate Change</b>		
Question		Answer
2.1(EC.1)	Energy efficient appliances usage	<input type="radio"/> $< 1\%$ <input type="radio"/> $1 - 25\%$ <input type="radio"/> $> 25 - 50\%$ <input checked="" type="radio"/> $> 50 - 75\%$ <input type="radio"/> $> 75\%$
2.2()	Total campus smart building area (m <sup>2</sup> )	4656
2.3(EC.2)	Smart Building implementation (percentage of the total floor area of smart building to the total all floors building area (smart and non-smart buildings area).	<input type="radio"/> $< 1\%$ <input checked="" type="radio"/> $1\% - 25\%$ <input type="radio"/> $> 25\% - 50\%$ <input type="radio"/> $> 50\% - 75\%$ <input type="radio"/> $> 75\%$
2.4(EC.3)	Number of renewable energy sources in campus (solar power, bio diesel, wind power, etc)	<input type="radio"/> None <input type="radio"/> 1 source <input checked="" type="radio"/> 2 sources <input type="radio"/> 3 sources <input type="radio"/> $> 3$ sources

2.5()	Please specify renewable energy sources in campus and provide capacity produced in kilowatt hour	<input type="checkbox"/> Not Applicable <input type="checkbox"/> Bio Diesel <input type="checkbox"/> Clean Biomass <input checked="" type="checkbox"/> Solar Power: <b>12030 kWh</b> <input checked="" type="checkbox"/> Wind Power: <b>2190 kWh</b> <input type="checkbox"/> Geothermal <input type="checkbox"/> Hydropower <input type="checkbox"/> Combine Heat and Power
2.6()	Electricity usage per year (in kilo watt hour)	591500
2.7(EC.4)	The total electricity usage divided by total campus population (kWh per person). Formula: (2.6) / (1.15)	<input checked="" type="radio"/> $\geq 2424$ kWh <input type="radio"/> $> 1535 - 2423$ kWh <input type="radio"/> $> 633 - 1535$ kWh <input type="radio"/> $279 - 633$ kWh <input type="radio"/> $< 279$ kWh
2.8(EC.5)	The ratio of renewable energy production divided by total energy usage per year	<input checked="" type="radio"/> $\leq 0.5\%$ <input type="radio"/> $> 0.5 - 1\%$ <input type="radio"/> $> 1 - 2\%$ <input type="radio"/> $> 2 - 25\%$ <input type="radio"/> $> 25\%$
2.9(EC.6)	Elements of green building implementation as reflected in all construction and renovation policies	<input type="radio"/> None <input type="radio"/> 1 element <input checked="" type="radio"/> 2 elements <input type="radio"/> 3 elements <input type="radio"/> $> 3$ elements
2.10(EC.7)	Greenhouse gas emission reduction program	<input type="radio"/> None (reduction program is needed, but nothing has been done) <input checked="" type="radio"/> Program in preparation (e.g. feasibility study and promotion) <input type="radio"/> Program(s) aims to reduce one out of three scopes emissions (Scope 1 or 2 or 3) <input type="radio"/> Program(s) aims to reduce two out of three scopes emissions (Scope 1 and 2 or Scope 1 and 3 or Scope 2 and 3) <input type="radio"/> Program(s) aims to reduce all three scopes emissions (Scope 1, 2 and 3)
2.11()	Please provide the total carbon footprint (CO <sub>2</sub> emission in the last 12 months, in metric tons)	1501
2.12(EC.8)	The total carbon footprint divided by total campus population (metric tons per person). Formula: (2.11)/(1.15)	<input checked="" type="radio"/> $\geq 2.05$ metric ton <input type="radio"/> $> 1.11 - 2.05$ metric ton <input type="radio"/> $> 0.42 - 1.11$ metric ton <input type="radio"/> $> 0.10 - 0.42$ metric ton <input type="radio"/> $< 0.10$ metric ton
2.13(EC.9)	Number of innovative program(s) during covid-19 pandemic	<input type="radio"/> None <input type="radio"/> 1 program <input type="radio"/> 2 programs <input type="radio"/> 3 programs. <input checked="" type="radio"/> More than 3 programs
2.14(EC.10)	Impactful university program(s) on climate change	<input type="radio"/> None <input type="radio"/> Program in preparation <input type="radio"/> Provide training and educational materials for surrounding communities <input type="radio"/> Provide training and educational materials for surrounding communities and at national level <input checked="" type="radio"/> Provide training and educational materials for surrounding communities, at national level, and at regional and international level
<b>Waste</b>		
<b>Question</b>		<b>Answer</b>
3.1(W.S.1)	Recycling program for university waste	<input type="radio"/> Not Applicable <input type="radio"/> Partial (1% - 25% of waste) <input type="radio"/> Partial ( $> 25\% - 50\%$ of waste) <input checked="" type="radio"/> Partial ( $> 50\% - 75\%$ of waste) <input type="radio"/> Extensive ( $> 75\%$ waste)
3.2(W.S.2)	Program to reduce the use of paper and plastic on campus	<input type="radio"/> Not applicable. If there is no program in your university. <input type="radio"/> 1 program <input type="radio"/> 2 programs <input checked="" type="radio"/> 3 programs <input type="radio"/> more than 3 programs

3.3(W.S.3)	Organic waste treatment	<input type="radio"/> Open dumping <input type="radio"/> Partial (1% - 25% of treated) <input checked="" type="radio"/> Partial (> 25% - 50% of treated) <input type="radio"/> Partial (> 50% - 75% of treated) <input type="radio"/> Extensive (> 75% treated)
3.4(W.S.4)	Inorganic waste treatment	<input type="radio"/> Burned in the open <input checked="" type="radio"/> Partial (1% - 25% of treated) <input type="radio"/> Partial (> 25% - 50% of treated) <input type="radio"/> Partial (> 50% - 75% of treated) <input type="radio"/> Extensive (> 75% treated)
3.5(W.S.5)	Toxic waste treatment	<input type="radio"/> Not Managed <input type="radio"/> Partial (1% - 25% of treated) <input type="radio"/> Partial (> 25% - 50% of treated) <input type="radio"/> Partial (> 50% - 75% of treated) <input checked="" type="radio"/> Extensive (> 75% treated)
3.6(W.S.6)	Sewage disposal	<input type="radio"/> Untreated to waterways <input type="radio"/> Treated conventionally <input checked="" type="radio"/> Treated technically for reuse <input type="radio"/> Treatment for down cycling <input type="radio"/> Treatment for up cycling
<b>Water</b>		
<b>Question</b>		<b>Answer</b>
4.1(WR.1)	Water conservation program and implementation	<input type="radio"/> None (Conservation program is needed, but nothing has been done) <input type="radio"/> Program in preparation (e.g. feasibility study and promotion) <input checked="" type="radio"/> 1 - 25% implemented at early stage (e.g. measurement of potential surface runoff volume) <input type="radio"/> > 25 - 50% water conserved <input type="radio"/> > 50% water conserved
4.2(WR.2)	Water recycling program implementation	<input type="radio"/> None (Water recycling program is needed, but nothing has been done) <input type="radio"/> Program in preparation (e.g. feasibility study and promotion) <input type="radio"/> 1 - 25% Implemented at early stage (e.g. measurement of waste water) <input type="radio"/> > 25 - 50% water recycled <input checked="" type="radio"/> > 50% water recycled
4.3(WR.3)	Water efficient appliance usage	<input type="radio"/> None (Water efficient appliances is needed, but nothing has been done) <input type="radio"/> Program in preparation (e.g. feasibility study and promotion) <input type="radio"/> 1 - 25% of water efficient appliances installed <input type="radio"/> > 25 - 50% of water efficient appliances installed <input checked="" type="radio"/> > 50% of water efficient appliances installed
4.4(WR.4)	Treated water consumed	<input type="radio"/> None <input type="radio"/> 1% - 25% treated water consumed <input checked="" type="radio"/> > 25% - 50% treated water consumed <input type="radio"/> > 50% - 75% treated water consumed <input type="radio"/> > 75% treated water consumed
4.5(WR.5)	Percentage of additional hand washing and sanitation facilities during pandemic	<input checked="" type="radio"/> None <input type="radio"/> 1 - 25% of total number of bulding <input type="radio"/> > 25 - 50% of total number of bulding <input type="radio"/> > 50 - 75% of total number of bulding <input type="radio"/> > 75% of total number of bulding
<b>Transportation</b>		
<b>Question</b>		<b>Answer</b>
5.1()	Number of cars actively used and managed by University	4
5.2()	Number of cars entering the university daily	8
5.3()	Number of motorcycles entering the university daily	6
5.4(TR.1)	The total number of vehicles (cars and motorcycles) divided by total campus population. Formula: $(5.1+5.2+5.3)/(1.15)$	<input type="radio"/> $\geq 1$ <input type="radio"/> > 0.5 - 1 <input type="radio"/> > 0.125 - 0.5 <input checked="" type="radio"/> > 0.045 - 0.125 <input type="radio"/> < 0.045

5.5(TR.2)	Shuttle service	<input type="radio"/> Shuttle service is possible but not provided by university <input type="radio"/> Shuttle service is provided (by university or other parties) and regular but not free <input type="radio"/> Shuttle service is provided (by university or other parties) and the university contributes a part of the cost. <input checked="" type="radio"/> Shuttle service is provided by university, regular, and free <input type="radio"/> Shuttle service is provided by university, regular, and environment friendly. Or shuttle use is not possible (not applicable)
5.6()	Number of shuttles operated in your university	5
5.7()	Average number of passengers of each shuttle	34
5.8()	Total trips of shuttle services each day	0
5.9(TR.3)	Zero Emission Vehicles (ZEV) policy on campus	<input type="radio"/> Zero Emission Vehicles are not available <input type="radio"/> Zero Emission Vehicles use is not possible or practical <input checked="" type="radio"/> Zero Emission Vehicles are available, but not provided by university <input type="radio"/> Zero Emission Vehicles are available, and provided by university and charged <input type="radio"/> Zero Emission Vehicles are available, and provided by university for free
5.10()	Average number of Zero Emission Vehicles (e.g. bicycles, cano, snowboard, electric car, etc.) on campus per day	10
5.11(TR.4)	The total number of Zero Emission Vehicles (ZEV) divided by total campus population. Formula: (5.10)/(1.15)	<input type="radio"/> <= 0.002 <input type="radio"/> > 0.002 - 0.004 <input type="radio"/> > 0.004 - 0.008 <input type="radio"/> > 0.008 - 0.02 <input checked="" type="radio"/> > 0.02
5.12()	Total ground parking area (m <sup>2</sup> )	20879
5.13(TR.5)	Ratio of parking area to total campus area. Formula: ((5.12/1.5) x 100%)	<input type="radio"/> > 11% <input type="radio"/> > 7 - 11% <input type="radio"/> > 4 - 7% <input type="radio"/> > 1 - 4% <input checked="" type="radio"/> < 1%
5.14(TR.6)	Transportation program designed to limit or decrease the parking area on campus for the last 3 years (from 2018 to 2020)	<input checked="" type="radio"/> None <input type="radio"/> Program in preparation (e.g. feasibility study and promotion) <input type="radio"/> Less than 10% decrease <input type="radio"/> Between 10% - 30% decrease <input type="radio"/> Program resulting in more than 30% decrease in parking area or parking area reduction has reaches its limit.
5.15(TR.7)	Number of transportation initiatives to decrease private vehicles on campus (e.g. car sharing, charging high parking fees, metro / tram / bus services and etc)	<input type="radio"/> No initiative <input checked="" type="radio"/> 1 initiative <input type="radio"/> 2 initiatives <input type="radio"/> 3 initiatives <input type="radio"/> > 3 initiatives, or initiative no longer required
5.16(TR.8)	Pedestrian path on campus	<input type="radio"/> None <input type="radio"/> Pedestrian paths are available <input type="radio"/> Pedestrian paths are available, and design for safety <input type="radio"/> Pedestrian paths are available, designed for safety and convenience <input checked="" type="radio"/> Pedestrian paths are available, designed for safety, convenience, and in some parts provided with disabled-friendly features
5.17()	Approximate daily travel distance of a vehicle inside campus only (in Kilometers)	0.5
<b>Education and Researc</b>		
Question		Answer
6.1()	Number of courses/subjects related to sustainability offered	210
6.2()	Total number of courses/subjects offered	1814
6.3(ED.1)	The ratio of sustainability courses to total courses/subjects	<input type="radio"/> <= 1% <input type="radio"/> > 1 - 5% <input type="radio"/> > 5 - 10% <input checked="" type="radio"/> > 10 - 20% <input type="radio"/> > 20%

6.4()	Total research funds dedicated to sustainability research (in US Dollars) (average per annum over the last 3 years).	285428
6.5()	Total research funds (in US Dollars) (average per annum over the last 3 years).	786938
6.6(ED.2)	The ratio of sustainability research funding to total research funding	<input type="radio"/> <= 1% <input type="radio"/> > 1 - 8% <input type="radio"/> > 8 - 20% <input checked="" type="radio"/> > 20 - 40% <input type="radio"/> > 40%
6.7(ED.3)	Number of scholarly publications on sustainability published. (average annually for the past 3 years)	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 - 20 <input type="radio"/> 21 - 83 <input checked="" type="radio"/> 84 - 300 <input type="radio"/> > 300
6.8(ED.4)	Number of events related to sustainability. (average annually for the past 3 years)	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 - 4 <input type="radio"/> 5 - 17 <input checked="" type="radio"/> 18 - 47 <input type="radio"/> > 47
6.9(ED.5)	Number of student organizations related to sustainability	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 - 2 <input checked="" type="radio"/> 3 - 4 <input type="radio"/> 5 - 10 <input type="radio"/> > 10
6.10(ED.6)	University-run sustainability website	<input type="radio"/> Not available <input type="radio"/> Website in progress or under construction <input type="radio"/> Website is available and accessible <input checked="" type="radio"/> Website is available, accessible, and updated occasionally <input type="radio"/> Website is available, accessible, and updated regularly
6.11()	Sustainability website address (URL) if available	<a href="https://posgrado.utn.edu.ec/index.php/descripcion-universidad-sustentable/">https://posgrado.utn.edu.ec/index.php/descripcion-universidad-sustentable/</a>
6.12(ED.7)	Sustainability report	<input type="radio"/> Not available <input type="radio"/> Sustainability report is in preparation <input checked="" type="radio"/> Available but not publicly accessible <input type="radio"/> Sustainability report is published <input type="radio"/> Sustainability report is published annually
6.13(ED.8)	Number of cultural activities on campus	<input type="radio"/> None <input type="radio"/> 1 event per year <input type="radio"/> 2 events per year <input type="radio"/> 3 events per year <input checked="" type="radio"/> More than 3 events per year
6.14(ED.9)	Number of university program(s) to cope with covid-19 pandemic	<input type="radio"/> None <input type="radio"/> 1 Program <input type="radio"/> 2 Programs <input type="radio"/> 3 Programs <input checked="" type="radio"/> More than 3 Programs
6.15(ED.10)	Number of sustainability community services project organised and/or involving students	<input type="radio"/> None <input type="radio"/> 1 Project <input type="radio"/> 2 Projects <input type="radio"/> 3 Projects. <input checked="" type="radio"/> More than 3 Projects
6.16(ED.11)	Number of sustainability-related startups	<input checked="" type="radio"/> None <input type="radio"/> 1 - 5 startups <input type="radio"/> 5- 10 startups <input type="radio"/> 10 - 15 startups <input type="radio"/> > 15 startups

Copyright © UI GreenMetric  
E-mail: greenmetric@ui.ac.id  
Telp: (+62-21) 29120936

Fuente: A. Moncada (comunicación personal, 7 de junio de 2022)

## Anexo C: Lista de medidores de la Universidad Técnica Del Norte

### MEDIDORES EMELNORTE UTN JULIO/2022

NRO.	SUMINISTRO	CONTRATO	DIRECCIÓN	NRO. MEDIDOR	CAMPUS	NRO. MEDIDORES POR CAMPUS
1	142805-5	200030509471	JUAN MONTALVO . Y VELASCO / SAN FRANCISCO - IBARRA	9150-FAE		
2	410169-3	200032333185	PEDRO MONCAYO Y JUAN MONTALVO / ANTIGUO HOSPITAL/ SAGRARIO - IBARRA	T4R5210-ABB		
3	402036-7	200032334142	MONTALVO Y PEDRO MONCAYO / ANTIGUO HOSPITAL/ SAGRARIO - IBARRA	T4R7216-LAN	ANTIGUO HOSPITAL FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD	5
4	451179-4	200032303014	JUAN MONTALVO PEDRO MONCAYO / ANTIGUO HOSPITAL/ SAGRARIO - IBARRA	T48514-LAN		
5	85836-6	200030712364	JUAN DE VELASCO 1-15. Y JUAN MONTALVO / ASILO DE ANCIANOS /SAGRARIO - IBARRA	T47239-LAN		
6	106580-7	200029861537	CARLOS BARAHONA MERA SN AV PADRE AURELIO ESP / LAL VICTORIA PB ./SAGRARIO - IBARRA	1001114602-SHE	CENTRO INFANTIL	1
7	337074-7	200030235168	17 DE JULIO UNIVERSIDAD / EL OLIVO / SAGRARIO-IBARRA	16824-STR		
8	427376-1	200031636661	AV. 17 DE JULIO EL OLIVO/UTN/EL SAGRARIO - IBARRA	175795-STR	CIUADDELA UNIVERSITARIA EL OLIVO	3
9	102246-6	200032322188	EL OLIVO CIUADDELA UNIVERSITARIA / SAGRARIO - IBARRA	T45836-ABB		
10	4268-4	200031007384	ULPIANO DE LA TORRE 2-20 /SAGRARIO - IBARRA	B310730-COT		
11	86790-K	200031721943	ULPIANO DE LA TORRE 2-20 JESUS YEROVI/SECTOR EL CAMAL/ SAGRARIO - IBARRA	N58-GAL	COLEGIO ANEXO UNIVERSITARIO UTN	3
12	422724-7	200031241942	ULPIANO DE LA TORRE CALLE I / COLEGIO UNIVER. UTN / SAGRARIO - IBARRA	T46900-LAN		
13	25191-7	200030121871	MORONA SANTIAGO . LUCIANO SOLANO/ ESQUINA . ./SAGRARIO - IBARRA	5230-GEN	ESTADIO UTN	1
14	102799-9	200030212290	E. DE LOS MONTEROS / URB.MUNICIPAL / CARANQUI -BARRA	M36002-COT	GRANJA DE YUYUCOCHA	2
15	227766-2	200030622217	ESPINOZA DE LOS MONTEROS JUNTO CIUADDELA MUNI/SAN FRANCISCO-IBARRA	T46989-LAN		
16	44875-3	200029988348	CHAL TURA. / SAN JOSE DE CHAL TURA / UTN / SAN JOSÉ DE CHAL TURA. ANTONIO ANTE	B3 10749-FAE	GRANJA LA PRADERA	2
17	162737-6	200030880682	CHAL TURA LA PRADERA/ ANTONIO ANTE/ SAN JOSÉ DE CHAL TURA -ANTONIO ANTE	201702016333-LIN		
18	198165-K	200032000420	HDA. STA. MONICA SECTOR PEAJE/ PANA NORTE/ SAN ROQUE -ANTONIO ANTE	M2108349-HOL	HDA. SANTA MONICA	3
19	211075-K	200032357788	SECTOR LA AVELINA PEAJE PINSAQUI -PANA/ PINSAQUI / GONZÁLEZ SUÁREZ - OTAVALO	T47010-ELS		
20	44225-9	200032297968	HDA. STA. MONICA SECTOR PEAJE/ PANA NORTE/ SAN ROQUE -ANTONIO ANTE	13027-ELS		
21	319033-1	200031593516	SN SN CERRO DE CABRAS / EL SALTO / LOS ANDES - BOLIVAR	15050-STR	REPETIDORA CANAL UTV - BOLIVAR	1
22	86948-1	200030278077	COTACACHI-EL CERRO C OTACACHI/QUIROGA-COTACACHI	13738-ELS	REPETIDORA CANAL UTV-COTACACHI	1
23	320093-0	200029922545	CERRO TROYA ALTO LA ESTRELLITA/ URSINA (TAYA) - TULCÁN	15089-STR	REPETIDORA CANAL UTV-TULCÁN	2
24	320089-2	200030022442	LA ESTRELLITA . EL CHOCHAL SUR/ URSINA (TAYA) TULCÁN	15090-STR		

Fuente: S. Sarmiento (comunicación personal, 4 de mayo de 2023)

## Anexo D: Especificaciones técnicas de los puntos de recarga de la marca ABB

Specifications	Terra 94	Terra 124	Terra 184
<b>Electrical</b>			
Maximum output power	90 kW	120 kW or 60 kW x 2	180 kW or 90 kW x 2
AC input voltage	480V / 277 VAC +/- 10% (60 Hz)		
AC input connection	3-phase: L1, L2, L3, GND (no neutral)		
Nominal input current and input power rating	115 A, 96 kVA	153 A, 128 kVA	230 A, 192 kVA
Recommended upstream circuit breaker(s)	150 A	200 A	300 A
Power Factor*	> 0.96		
Current THD*	< 5%		
Short circuit current rating	65 kA		
DC output voltage	CCS-1: 150 - 920 VDC; CHAdeMO: 150 - 500 VDC		
DC output current	CCS-1: 200 A CHAdeMO: 200 A	CCS1 200 A, CHAdeMO: 200 A Optional CCS1 300 A (nominal) and 400 A (peak) high current cable(s)	
Efficiency*	95%		
<b>Interface and Control</b>			
Charging protocols	CCS1 and CHAdeMO 1.2		
User interface	7" high brightness full color touchscreen display		
RFID system	ISO/IEC 14443A/B, ISO/IEC 15393, FeliCa™ 1, NFC reader mode, Mifare, Calypso, (option: Legic)		
Network connection	GSM/3G/4G modem; 10/100 Base-T Ethernet		
Communication	OCPP 1.6 Core and Smart Charging Profiles; Autocharge		
Supported languages	English (others available on request)		
<b>Environment</b>			
Operating temperature	-35 °C to +55 °C / -31 °F to +131 °F (de-rating characteristics apply at extreme temperatures)		
Recommended storage	-10 °C to +70 °C / 14 °F to +158 °C (dry environment)		
Protection	IP54, NEMA 3R; indoor and outdoor rated		
Humidity	5% to 95%, non-condensing		
Altitude	2000 m (6560 ft)		
<b>General</b>			
Charge cable	6 m (19.6 ft)		
Dimensions (H x W x D)	1900 x 565 x 880 mm / 74.8 x 22.2 x 34.6 in		
Weight	350 kg / 775 lbs	365 kg / 800 lbs	395 kg / 870 lbs
Compliance and safety	UL 2202, CSA No. 107.1-16; UL 2231-1, UL 2231-2, CSA STD C22.2 No. 107.1; NEC Article 625, EN 61851, EN 62196; CHAdeMO 1.2; DIN 70121, ISO 15118; IEC 61000-6-3; FCC Class B, FCC Part 15		

Fuente: ABB (2022)

**Anexo E: Vista en 3D de la aplicación del Plan de mejoras**



Fuente: Autor.

## Anexo F: Documento de políticas de compras públicas



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



### POLÍTICAS SOBRE COMPRAS PÚBLICAS

**Artículo 1.-** **Ámbito.** - Estas disposiciones son de aplicación obligatoria para las Unidades Académicas de grado de la Universidad Técnica Del Norte.

**Artículo 2.-** **Objeto.** - La presente política regula la compra de luminarias y electrodomésticos de las diferentes Unidades Académicas de grado de la Universidad Técnica del Norte.

**Artículo 3.-** **Términos generales para la compra de luminarias.** - Las entidades designadas para la realización de compras públicas de la Universidad Técnica del Norte, podrán adquirir luminarias, en los siguientes términos:

1. Las luminarias consideradas para su compra por la Universidad Técnica del Norte deberán ser evaluadas en términos de eficiencia energética antes de su compra.
2. Se priorizarán las luminarias con etiquetas de eficiencia energética reconocidas, como la etiqueta de eficiencia energética de la Unión Europea (por ejemplo, etiqueta de la Clase A++) o cualquier equivalente reconocido.
3. Se establecerá un proceso de evaluación que considere el consumo de energía, la eficacia luminosa, la vida útil y otras características relevantes de las luminarias propuestas, con el objetivo de seleccionar los modelos más eficientes disponibles en el mercado.
4. Se fomentará la adquisición de luminarias eficientes, incluso si su precio inicial es ligeramente más alto que las luminarias menos eficientes (por ejemplo, luminarias fluorescentes), debido a los beneficios económicos y ambientales a largo plazo.

**Artículo 4.-** **Términos generales para la compra de electrodomésticos.** - Las entidades designadas para la realización de compras públicas de la Universidad Técnica del Norte, podrán adquirir electrodomésticos, en los siguientes términos:

1. Todos los electrodomésticos considerados para su adquisición por la Universidad Técnica del Norte deberán ser evaluados en términos de eficiencia energética antes de su compra.

Fuente: Autor.



#### UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

2. Se priorizarán los electrodomésticos con certificaciones reconocidas de eficiencia energética, como la certificación ENERGY STAR u otros similares, que indiquen un alto nivel de eficiencia energética.
3. Se requerirá que todos los electrodomésticos adquiridos por la Universidad Técnica del Norte estén debidamente etiquetados con información clara y visible sobre su eficiencia energética.
4. Se promoverá el uso de etiquetas energéticas reconocidas y estandarizadas, como el etiquetado ENERGY STAR o equivalente, para facilitar la comparación de los electrodomésticos en función de su eficiencia energética.

**Artículo 5.- Transición de luminarias y electrodomésticos.** – No se realizará la adquisición de los mismos modelos de luminarias y electrodomésticos. Se considerará la vida útil de las luminarias y electrodomésticos ya adquiridos, y se procederá aplicar los artículos 3 y 4 anteriormente descritos.

Atentamente,

**CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO**

**Presidente HCU – Rector UTN**

**Secretario General UTN**

Fuente: Autor.

## Anexo G: Detalles técnicos y generación del motor Jenbacher de Tipo 2

	<b>Standby(kVA)</b>	<b>50</b>
	Model	AQL50
standby power	kVA/kW	50/40
prime power	kVA/kW	45/36
frequency	Hz	60
rated voltage	V	480
brand	—	
model	—	4BTAA
displacement	L	3,9
speed	RPM	1800
compression ratio	—	10:1
cooling method	—	water cooled
brand alternator	—	Leroy Somer
model	—	LSA 42.3 S5
phase	—	3 phases, 4 wires
controller type	—	DeepSea DSE7320
display	—	LCD
fuel	—	biogas
gas inlet pressure	kPa	1-5.5kPa
dimension (open type)	mm*mm*mm	1950*1000*1450
net weight (open type)	kg	1000
biogas consumption	m <sup>3</sup> /kW.h	0,58

Fuente: AQUALIMPIA (2023)