



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL.**

**AUTOR: JOSSELIN ALEXANDRA CARRIÓN AGUILAR**

**MERCY ALEXANDRA BACUILIMA PINEDA.**

**DIRECTOR: ING. JAVIER CABRERA MEJÍA PHD.**

**CO-DIRECTOR: ING. MANUEL ÁLVAREZ PHD.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2021**

*Yo me gradué en  
los 50 años de La Cato!  
... y sostuve la Universidad*



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL.**

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR: JOSSELIN ALEXANDRA CARRIÓN AGUILAR**

**MERCY ALEXANDRA BACUILIMA PINEDA**

**DIRECTOR: ING. JAVIER CABRERA MEJÍA PHD.**

**CO-DIRECTOR: ING. MANUEL ÁLVAREZ PHD.**

**CUENCA - ECUADOR**

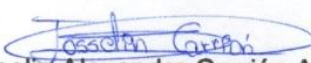
**2021**


*Yo me gradué en  
los 50 años de La Cato!  
... y sostuve la Universidad*

## Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

**Josselin Alexandra Carrión Aguilar** portadora de la cédula de ciudadanía N° **0750142101** y **Mercy Alexandra Bacuilima Pineda** portadora de la cédula de ciudadanía N° **0107019028**. Declaramos ser las autoras de la obra: **“Estimación de la Huella de Carbono de la Universidad Católica de Cuenca”**, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

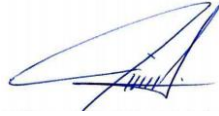
Cuenca, 4 de agosto de 2021

  
Josselin Alexandra Carrión Aguilar.  
C.I. 0750142101

  
Mercy Alexandra Bacuilima Pineda.  
C.I. 01070190128

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado bajo mi supervisión



---

**Javier Bernardo Cabrera Mejía**

**DIRECTOR**

## DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a las personas más importantes de mi vida, las personas que me han enseñado y educado con una paciencia infinita y que gracias a su incondicional apoyo y sacrificio hicieron posible que pueda llegar hasta aquí, mis padres, que son mi mayor orgullo, a quienes no solo les dedico esta tesis si no mi vida entera, mi madre Alexandra, mi guerrera, la mujer más fuerte que conozco, la mejor mamá y amiga por siempre ser incondicional, por impulsarme a seguir cuando me quería rendir, por darme ánimos y estar conmigo en los peores momentos de mi vida, por siempre brindarme su infinito amor, por tener las palabras exactas en el momento indicado, por siempre creer en mí.

A mi padre Cosme, el amor de mi vida, mi inspiración, que hoy se encuentra en el cielo, mi ángel, lo más lindo de mi vida, la persona por la que hubiera dado hasta mi vida para que hoy estuviera aquí, quien siempre tenía un consejo que me ayudaba a continuar mi camino, quien todas las mañanas era mi despertador con un buen día y en las noches me llamaba a preguntar cómo había estado mi día, por siempre estar para mí, aplaudiendo mis victorias y dándome impulso en mis derrotas, cuantos aprendizajes y experiencias de vida me dejaste, papito de mis ojos gracias por siempre ser mi motor, por enseñarme amar mi carrera, por mostrarme el camino correcto, por enseñarme que no debo despegar los pies de la tierra y crecer con humildad, por tu esfuerzo, tu dedicación, por los grandes sacrificios que tuviste que hacer para que hoy pueda alcanzar esta meta, por ser mi referente en la vida, por cada uno de tus sabios consejos que los llevare para siempre en mi corazón, aunque sé que no podrá leer esto, porque no está conmigo físicamente sé que desde el cielo me acompaña al ver su sueño realizado, estoy segura que cuando el sol brilla es porque tú me sonríes desde el cielo. Te Amo de aquí al cielo.

A mis hermanos Marlon y Samanta por siempre brindarme su apoyo, por su ayuda constante, por ser mi motivación y mi más grande ejemplo a seguir, por siempre confiar en mí.

Este triunfo es por y para ustedes.

Josselin Alexandra Carrión Aguilar.

Este trabajo va dedicado para mis padres con todo el cariño del mundo.

Mercy Alexandra Bacuilima Pineda.

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias en primer lugar a Dios por permitirme lograr tan anhelado objetivo.

A la Universidad Católica de Cuenca, a los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental quienes de la mejor manera supieron compartir sus conocimientos en todo el trayecto de mi formación profesional, de manera muy especial a mi director el Ing. Javier Bernardo Cabrera, quien, con su paciencia, experiencia, conocimientos y su imprescindible apoyo supo guiarme de la mejor manera para poder terminar este trabajo, de la misma manera a mi co- director Ing. Manuel Salvador Álvarez quien estuvo pendiente en todo este proceso y siempre supo brindarme su apoyo y darme una mano para poder lograr este objetivo.

A mis padres y hermanos que fueron mi pilar fundamental, quienes con su amor y su ejemplo me enseñaron a superar cada obstáculo, dejando experiencias que me han permitido ser una mejor persona.

A mis abuelitas Dorita y Matilde gracias por sus valiosas palabras, sus consejos, por cada noche incluirme en sus oraciones y darme su bendición siempre, a mi compañera y amiga Alexandra por todo su apoyo en este proceso.

A mi tía Mery Judith y a toda mi familia, a las personas que aparecieron a lo largo del camino por el apoyo incondicional que me brindaron en el trayecto de mi vida estudiantil, gracias por su valioso aporte para que hoy pueda alcanzar esta meta. De corazón muchas gracias.

Josselin Alexandra Carrión Aguilar

Mi primera fuente de agradecimiento es Dios ya que él me brindó en todo mi trayecto de mi carrera mucha sabiduría, ciencia, fortaleza, inteligencia y capacidad para terminarla, con su amor inagotable lo alcance.

Mis agradecimientos a mis padres Juan Pablo Bacuilima y Melania Pineda porque ellos siempre estuvieron en todos los momentos conmigo con su amor incondicional, su apoyo inalcanzable, sus consejos motivadores en mi lucha del día a día de mi carrera. A mis hermanos Natalia y Brayan les agradezco por todas palabras que recibía de ellos por las alegrías que me sacaban en el transcurso del tiempo. A mi abuelita Mercedes Barreto que siempre estaba dándome sus consejos y siempre pendiente de mí, para que terminara mi carrera mis agradecimientos a ella.

Al Ingeniero JAVIER CABRERA director de tesis y al Ingeniero MANUEL ALVAREZ codirector de tesis mis agradecimientos a ellos por todo su tiempo brindado, paciencia y dedicación, ellos fueron nuestra guía, nuestra motivación para alcanzar la meta y siempre estuvieron pendiente de nuestro trabajo, siempre con sus consejos sabios y dispuestos a guiarnos en todo momento.

Agradezco a la Universidad Católica de Cuenca, a todos los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental que con sus enseñanzas y su tiempo brindado hicieron posible culminar este sueño tan anhelado.

Agradezco a mi compañera de tesis Josselin Alexandra Carrión Aguilar, amiga y futura colega que siempre estuvimos apoyándonos en las buenas y en las malas, en las peleas y reconciliaciones, también a mis compañeros que estuvieron conmigo en todos momentos buenos y malos desde que inicié la carrera, gracias por todo su tiempo brindado.

Mercy Alexandra Bacuilima Pineda

## RESUMEN

La presente investigación se centra en el cálculo de la huella de carbono dentro de la Universidad Católica de Cuenca, en base al consumo de energía eléctrica; además se complementa el estudio analizando las variables de polución ( $PM_{2,5}$ ), velocidad y dirección de viento, temperatura ambiental. Para realizar el estudio tomamos tres áreas de la Universidad, entre ellas el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología, Jefatura de Posgrados y la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción. Con los datos meteorológicos obtenidos de las zonas de estudio, podemos extrapolar al sector industrial de la ciudad, mismo que se encuentra cercano. El tipo de investigación es experimental, de campo, y cuantitativo, desarrollado en el período 2019 – 2020, enmarcado con el promedio de los datos meteorológicos obtenidos mediante la estación del Laboratorio de Simulación en Tiempo Real, mismo que indica que la temperatura es de 14 °C, una velocidad de viento de 2,40 m/s y una dirección de viento de 109° es decir, una dirección sureste. Se plantea para el cálculo de la huella de carbono la sumatoria de las emisiones directas e indirectas, llegando a la conclusión que en la Universidad Católica de Cuenca es de 37,56 Tn CO<sub>2</sub>.

*Palabras clave:* Huella de carbono, eficiencia energética, polución, contaminación ambiental, gases de efecto invernadero

## ABSTRACT

This research focuses on the calculation of the carbon footprint in the Catholic University of Cuenca, based on the consumption of electrical energy; the study is also complemented by analyzing the variables of pollution  $PM_{2,5}$ , wind speed and direction, and environmental temperature. To conduct the study we took three areas of the University, among them the Center for Research, Innovation and Technology Transfer, Head of Graduate Studies, and the Academic Unit of Engineering, Industry, and Construction. With the meteorological data obtained from the study areas, we can extrapolate to the industrial sector of the city, which is nearby. The type of research is experimental, field, and quantitative, developed in the period 2019 - 2020, framed with the average of the meteorological data obtained through the Real-Time Simulation Laboratory station, same that indicates that the temperature is 14 °C, a wind speed of 2.40 m/s and a wind direction of 109° that is a southeast direction. For the calculation of the carbon footprint, the sum of direct and indirect emissions is proposed, concluding that at the Catholic University of Cuenca it is 37,56 Tn  $CO_2$

*Keywords:* Carbon footprint, energy efficiency, pollution, environmental contamination, greenhouse gases

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DECLARACIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>DECLARACIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>11</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>12</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>13</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>- 3 -</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>- 3 -</b>
2.1 <i>HUELLA DE CARBONO</i> .....	<b>- 3 -</b>
2.2 <i>BENEFICIOS DE CALCULAR LA HdC</i> .....	<b>- 5 -</b>
2.3 <i>EFFECTO INVERNADERO</i> .....	<b>- 6 -</b>
2.3.1 <i>Gases de efecto invernadero directos</i> .....	<b>- 7 -</b>
2.3.2 <i>Gases de efecto invernadero indirectos</i> .....	<b>- 7 -</b>
2.4 <i>CONSUMO ELÉCTRICO</i> .....	<b>- 11 -</b>
2.5 <i>NIVELES DE POLUCIÓN</i> .....	<b>- 11 -</b>
2.6 <i>TRANSPORTE</i> .....	<b>- 12 -</b>
2.7 <i>LA HUELLA DE CARBONO EN LAS UNIVERSIDADES</i> .....	<b>- 12 -</b>
2.8 <i>HUELLA DE CARBONO EN ECUADOR</i> .....	<b>- 13 -</b>
2.9 <i>MARCO LEGAL</i> .....	<b>- 15 -</b>
2.9.1 <i>Constitución del Ecuador</i> .....	<b>- 15 -</b>
2.9.2 <i>Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)</i> .....	<b>- 16 -</b>
2.9.3 <i>Acuerdo de París</i> .....	<b>- 17 -</b>
2.9.4 <i>Ley de Gestión Ambiental</i> .....	<b>- 17 -</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>- 19 -</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>- 19 -</b>
3.1 <i>METODOLOGÍA</i> .....	<b>- 19 -</b>
3.1.1 <i>Mapa de área de estudio</i> .....	<b>- 19 -</b>
3.1.2 <i>Definición de zonas de estudio</i> .....	<b>- 19 -</b>
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>- 23 -</b>

<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>- 23 -</b>
4.1 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	- 23 -
4.1.1 Consumo de energía eléctrica del CIITT.....	- 24 -
4.1.2 Consumo de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción de la Ucacue. ....	- 25 -
4.1.3 Consumo de energía eléctrica de la Jefatura de Posgrados de la UCACUE. ....	- 27 -
4.2 RESULTADOS DE LAS GRÁFICAS DE LA VARIABLE DE LA TEMPERATURA AMBIENTE.....	- 28 -
4.2.1 Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.....	- 28 -
4.2.2 Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción. ....	- 31 -
4.2.3 Jefatura de Posgrados de la UCACUE. ....	- 34 -
4.3 RESULTADO DE LAS GRÁFICAS DE LA VARIABLE DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO.....	- 37 -
4.3.1 Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.....	- 37 -
4.3.2 Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción. ....	- 40 -
4.3.3 Jefatura de Posgrados de la UCACUE. ....	- 43 -
4.4 RESULTADOS DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO DEL CIITT.....	- 46 -
4.4.1 CIITT.....	- 46 -
4.4.2 Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción. ....	- 49 -
4.4.3 Jefatura de Posgrados.....	- 52 -
4.5 MATERIAL PARTICULADO.....	- 55 -
4.5.2 Polución <b>PM2,5</b> .....	- 55 -
4.5.3 Red de monitoreo de la validez del aire de Cuenca.....	- 55 -
4.6 CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO.....	- 64 -
4.7 EVALUACIÓN DE EMISIONES INDIRECTAS (EEI).....	- 64 -
4.8 EVALUACIÓN DE EMISIÓN DE OTRAS FUENTES INDIRECTAS (EOF).....	- 65 -
4.9 EVALUACIÓN DE EMISIONES DIRECTAS (EED).....	- 65 -
4.9.1 En función de la demanda de consumo de energía eléctrica.....	- 65 -
4.10 JEFATURA DE POSGRADOS.....	- 66 -
4.10.1 Resultados del año 2019 de la Jefatura de Posgrados.....	- 66 -
4.10.2 Resultados del año 2020 de la Jefatura de Posgrados.....	- 68 -
4.11 CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA.....	- 70 -
4.11.1 Resultados del año 2019 del CIITT.....	- 70 -
4.11.2 Resultados del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología del año 2020. -	73 -
4.12 UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN.....	- 75 -
4.12.1 Resultados de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción del año 2019.....	- 75 -
4.12.2 Resultados de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción del año 2020.....	- 77 -
4.13 RESULTADOS DE LA HUELLA DE CARBONO DE LAS TRES ZONAS DE ESTUDIO.....	- 79 -
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>- 86 -</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>- 86 -</b>
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>- 88 -</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>- 88 -</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>- 89 -</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Beneficios de calcular la huella de carbono.</b> .....	- 5 -
<b>Figura 2. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero.</b> .....	- 7 -
<b>Figura 3. Gases de efecto invernadero.</b> .....	- 7 -
<b>Figura 4. Sectores que producen gases de efecto invernadero.</b> .....	- 9 -
<b>Figura 5. Sectores que aportan a la Huella de Carbono en la ciudad de Quito.</b> .....	- 14 -
<b>Figura 6. Sectores que aportaron en la Huella de Carbono en la ciudad de Cuenca en el año 2016.</b> .....	- 14 -
<b>Figura 7. Zonas de estudio.</b> .....	- 19 -
<b>Figura 8. Planilla de luz</b> .....	- 23 -
<b>Figura 9. Consumo de la energía eléctrica en el período 2019 en el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.</b> .....	- 24 -
<b>Figura 10. Consumo de la energía eléctrica en el período 2020 en el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.</b> .....	- 25 -
<b>Figura 11. Consumo de la energía eléctrica en el periodo 2019 de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la UCACUE.</b> .....	- 25 -
<b>Figura 12. Consumo de la energía eléctrica en el periodo 2020 de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la UCACUE.</b> .....	- 26 -
<b>Figura 13. Consumo de energía eléctrica en el periodo 2019 de la Unidad de Posgrados de la UCACUE.</b> - 27 -	-
<b>Figura 14. Consumo de energía eléctrica en el periodo 2020 de a Unidad de Posgrados de la UCACUE.</b> - 27 -	-
<b>Figura 15. Temperatura Ambiente de los periodos 2019 -2020 del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.</b> .....	- 30 -
<b>Figura 16. Temperatura Ambiente de los periodos 2019 -2020 de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción.</b> .....	- 33 -
<b>Figura 17. Temperatura Ambiente de los periodos 2019 -2020 de la Jefatura de Posgrados de la UCACUE.</b> - 36 -	-
<b>Figura 18. Velocidad de viento de los periodos 2019 -2020 del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.</b> .....	- 39 -
<b>Figura 19. Velocidad de viento de los periodos 2019 -2020 de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción.</b> .....	- 42 -
<b>Figura 20. Velocidad de viento de los periodos 2019 -2020 de la Jefatura de Posgrados de la UCACUE.</b> - 45 -	-
<b>Figura 21. Dirección de viento de los periodos 2019-2020 de la Unidad académica de Ingeniería, Industria y Construcción.</b> .....	- 51 -
<b>Figura 22. Dirección de viento de los periodos 2019 -2020 de la Jefatura de Posgrados.</b> .....	- 54 -
<b>Figura 23. Localización de la red de monitoreo de la calidad de aire de Cuenca.</b> .....	- 56 -
<b>Figura 24. Promedio durante 24 horas de las concentraciones de <math>PM_{2,5}</math> (<math>ug/m^3</math>). Año 2019. Estación MUN.</b> .....	- 60 -
<b>Figura 25. Promedio durante 24 horas de las concentraciones de <math>PM_{2,5}</math> (<math>ug/m^3</math>). Año 2019. Estación CCA.</b> .....	- 60 -
<b>Figura 26. Nivel de polución <math>PM_{2,5}</math> de la ciudad de Cuenca de los periodos 2019-2020.</b> .....	- 63 -

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables/Unidades .....	- 20 -
Tabla 2. Datos por mes de la temperatura ambiente del CIITT del año 2019.....	- 28 -
Tabla 3. Datos por mes de la temperatura ambiente del CIITT-2020 .....	- 29 -
Tabla 4. Datos de la temperatura ambiente por mes del CIITT 2019-2020. ....	- 30 -
Tabla 5. Datos de la temperatura por mes de la Unidad Académica de Ingeniera Industria y Construcción - 2019. ....	- 31 -
Tabla 6. Datos de la temperatura por mes de la Unidad Académica de Ingeniera Industria y Construcción- 2020. ....	- 32 -
Tabla 7. Datos de la temperatura por mes, promedio de la Unidad Académica de Ingeniera Industria y Construcción 2019-2020. ....	- 33 -
Tabla 8. Datos por mes de la Temperatura de la Jefatura de Posgrados-2019.....	- 34 -
Tabla 9. Datos por mes de la Temperatura de la Jefatura de Posgrados-2020.....	- 35 -
Tabla 10. Datos promedio por mes de la Temperatura de la Jefatura de Posgrados de los años 2019-2020.- 36 -	- 36 -
Tabla 11. Datos por mes de la velocidad del viento del CIITT -2019. ....	- 37 -
Tabla 12. Datos por mes de la velocidad del viento del CIITT -2020. ....	- 38 -
Tabla 13. Datos de la velocidad del viento por mes del CIITT 2019- 2020.....	- 39 -
Tabla 14. Datos por mes de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción -2019.....	- 40 -
Tabla 15. Datos por mes de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción -2020.....	- 41 -
Tabla 16. Datos de la velocidad del viento por mes, promedio de la Unidad académica de Ingeniería, Industria y Construcción 2019-2020. ....	- 42 -
Tabla 17. Datos por mes la Velocidad de Viento de la Jefatura de Posgrados -2019.....	- 43 -
Tabla 18. Datos por mes de la Velocidad de Viento de la Jefatura de Posgrados -2020.....	- 44 -
Tabla 19. Datos promedio por mes de la Velocidad del Viento de la Jefatura de Posgrados de los años 2019-2020. ....	- 45 -
Tabla 20. Datos por mes dirección del viento del CIITT del año 2019. ....	- 46 -
Tabla 21. Datos por mes de la dirección del viento del CIITT del año 2020.....	- 47 -
Tabla 22. Datos promedio por mes de la dirección del viento del CIITT de los periodos 2019-2020. ....	- 48 -
Tabla 23. Dirección de viento de los periodos 2019 -2020 del Centro de Investigación, Innovación de Transferencia de Tecnología.....	- 48 -
Tabla 24. Datos por mes de la dirección de viento de la Unidad académica de Ingeniería, Industria y Construcción del año 2019. ....	- 49 -
Tabla 25. Datos por mes de la dirección de viento de la Unidad académica de Ingeniería, Industria y Construcción del año 2020. ....	- 50 -
Tabla 26. Datos promedio por mes de la dirección de viento de la Unidad académica de Ingeniería, Industria y Construcción de los años 2019-2020.....	- 51 -
Tabla 27. Datos por mes de la dirección del viento de la Jefatura de Posgrados del año 2019. ....	- 52 -
Tabla 28. Datos por mes la dirección del viento de la Jefatura de Posgrados del año 2020. ....	- 53 -
Tabla 29. Datos promedio por mes de la dirección del viento de la jefatura de Posgrados de los años 2019- 2020. ....	- 54 -
Tabla 30. Código, dirección y contaminantes de las estaciones de monitoreo. ....	- 56 -
Tabla 31. Métodos de medición de la red de monitoreo de calidad de aire de Cuenca. ....	- 57 -
Tabla 32. Sensores de la estación automática de la red de monitoreo de la calidad de aire de Cuenca. ....	- 58 -
Tabla 33. Número de vehículos que aprobaron la revisión técnica vehicular en el cantón Cuenca durante el período 2008 – 2019.....	- 59 -
Tabla 34. Concentración promedio en 24 horas de <i>PM</i> <sub>2,5</sub> (ug/m <sup>3</sup> ).....	- 62 -

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los seres humanos se enfrentan a uno de los mayores problemas ambientales, los cambios climáticos producidos por causas antrópicas, los efectos que experimentan los seres vivos no sólo hacen referencia a un aumento de la temperatura, sino a las alteraciones en las condiciones climáticas del planeta Tierra. El origen de las consecuencias que se evidencian hoy por hoy, provienen de las diferentes actividades que permiten satisfacer las necesidades y expectativas del humano, que van desde las tendencias de los mercados hasta los hábitos de consumo, ya que para obtener el producto o servicio requerido intervienen una serie de sectores que hacen posible la consecución de los objetivos, todos estos procesos se reducen a dióxido de carbono y el campus de la academia, no está exento, debido a que los estudiantes, personal administrativo y docentes han generado cierto impacto ambiental durante el tiempo que utilizaban las instalaciones, conjuntamente con las emisiones de GEI de la ciudad de Cuenca, favoreciendo el incremento en los niveles de calentamiento global, alterando y desequilibrando al planeta.

El presente trabajo busca identificar si la Universidad Católica de Cuenca realiza actividades que propician la huella de carbono, además la información sobre la polución y las estaciones meteorológicas del Laboratorio de Simulación en Tiempo Real, mismo que podría extrapolarse a lo que sucede con los contaminantes del parque industrial. La Jefatura de Posgrados se encuentra situada en la zona industrial en la ciudad de Cuenca. En la actualidad funcionan alrededor de 130 factorías (línea blanca, neumáticos, cartones, madera, lácteos, embutidos, metal mecánico, cerámicas, textiles, entre otras) donde cerca del 40% trabaja 24 horas; por ende, en esta zona hay un alto tráfico vehicular, también se encuentra una feria de ganado. Por esta razón, esta investigación engloba dos fases, la primera recolectó información mediante una revisión bibliográfica relacionada al tema analizado y la segunda comprende cálculos numéricos a través de variables para determinar el nivel de incidencia de la HdC referente al gasto de energía eléctrica y el efecto del grado de polución.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 *Huella de carbono*

La Huella de Carbono (HdC), hace referencia de forma global, al porcentaje de gases atmosféricos de efecto invernadero (GEI) emanados a la capa gaseosa que envuelve la tierra, provenientes de las acciones relacionadas con la transformación de materia prima o consumo de bienes tangibles e intangibles (Pandey, Agrawal, & Pandey, 2010) (Wiedmann, 2009). Asimismo, es valorada como un instrumento fundamental para establecer las emisiones de los componentes gaseosos. Según el protocolo Kioto en el año 1997, los GEI componen un recubrimiento perenne en el sector medio de la atmósfera que imposibilita las radiaciones electromagnéticas solares que son retornadas por la tierra para que pueda desfogarse, suscitando una temperatura descendida. Durante las últimas décadas han surgido nuevas y múltiples técnicas e instrumentos de cuantificación para establecer el grado de emisiones de GEI de las personas, empresas y elementos administrativos o territoriales; donde la HdC forma parte de ellas (Stenemann, Clarke, & Vanderbergh, 2008).

Conforme a Espíndola & Valderrama (2012) la HdC, conceptualizada de manera muy general alude, al cálculo total de los gases efecto invernadero (GEI) expulsados a la capa atmosférica, los cuales son provenientes de las actividades de transformación o consumo de productos tangibles e intangibles; del mismo modo, es considerada como una herramienta elemental para cuantificar los elementos gaseosos (Espíndola & Valderrama, 2012). De esta manera, la HdC se ha transformado en un tópico de debate general, a causa de un aumento anual en el gasto energético, consumismo, transporte y manufactura a una escala muy elevada; producción copiosa de residuos debido al empleo de recursos naturales los cuales generan grandes daños al medio ambiente (Rodríguez, Egüez, Marroquin, Haro, & Andrade, 2013)

La HdC, se ha transformado en un tema polémico público con respecto a la variación climática, captando el interés de los usuarios, organizaciones, gobernanza estatal y ONG's (Hertwich & Peters, 2009), originando variaciones en los patrones competitivos de las entidades. No obstante, del empleo universalizado, la fundamentación teórica identifica la carencia hasta el día de hoy de una transparente conceptualización que sea habitualmente aceptada (Wiedmann, 2009) (Minx & Wiedman, 2010).

En China, se efectuó un estudio con respecto a la HdC de camisas de algodón puro, durante el ciclo de vida, donde se estableció que las emisiones fueron de 8,771 kg  $CO_2e$ ;

las emisiones directas corresponden a 0,347 kg  $CO_2e$  y las indirectas 8,423 kg  $CO_2e$ . Alrededor del 96% de la HdC tuvieron preponderancia en las emisiones indirectas, relacionadas al empleo de energía y elementos en cada protocolo (Wang, y otros, 2015).

Un estudio realizado en Gran Beirut con el propósito de plantear las consecuencias de las emisiones atmosféricas de impacto invernal en la sociedad y el transporte vial. El sector de la transportación compone cerca del 22% del total de las emisiones carbónicas, donde el 80% corresponde a los vehículos que viajan por carretera (Chalak, Al-Naghi, Irani, & Abou-Zeid, 2016).

En Chile se elaboró un manual para cuantificar la HdC a escala comunal para manejar de forma adecuada el carbono del municipio. La unidad de medida que se empleó fue el carbono equivalente ( $CO_2eq$ ) (ADAPT CHILE , 2014).

Un estudio llevado a cabo en la Universidad Técnica Equinoccial calculó la HdC, usó como metodología, el protocolo de GEI. El valor obtenido fue de 151 t  $CO_2e$  en el 2009 y 142 t  $CO_2e$  en el 2012. Con relación a las emanaciones por elemento de HdC, se puede precisar que la demanda de electricidad suscitó un alto valor de t  $CO_2e$  contribuyendo con el 84% de la totalidad (Ramos, 2016).

Con respecto a países subdesarrollados, como es la situación en gran parte de aquellos situados en América Latina, un modelo exportador acoplado con los propósitos de sostenibilidad en el desarrollo y menos sensible a las demandas climáticas frente a la instauración de una definición económica, la cual comprende la minimización de las emisiones perjudiciales para el medio ambiente, requiere efectuar en los sectores productivos propuestas inmediatas en los procedimientos encargados de la valoración de emisiones y formación de las consecuencias climáticas, con el objetivo de precautelar la postura competitiva presente (Schneider & Samaniego, 2009) (CEPAL, 2009). Empero, se expone que previo a la determinación de valores, se necesita aprovechar las dificultades de la metodología respecto a las perspectivas esenciales para la definición de la HdC, para minimizar las desviaciones del cálculo y tomar la determinación de la legitimidad en la resolución de los palpables efectos del medio ambiente (Espíndola & Valderrama, 2012).

## 2.2 Beneficios de calcular la HdC

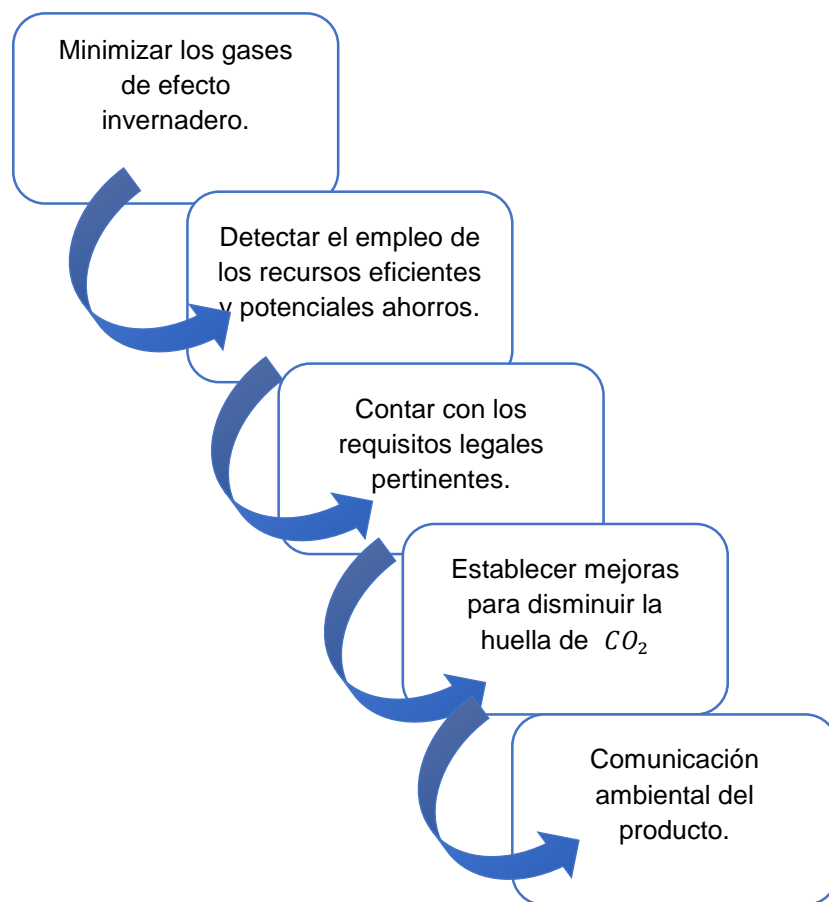


Figura 1. Beneficios de calcular la huella de carbono.

Fuente: (Gobierno de España, 2017)

Entre los principales beneficios se encuentran:

- La HdC, denominada como un coeficiente ambiental que ayuda a entender las emanaciones de GEI, captados en  $CO_2$  equivalentes, producto de un bien o servicio; por ende, cuando menor sea el valor en la misma proporción será el efecto sobre el ecosistema.
- Las industrias o empresas también ayudan a la humanidad a tener conocimiento sobre la huella de carbono que generan cuando utilizan el transporte, se alimentan, usan energía y ejecutan actividades que tienden a emitir gases.
- Se puede reducir la HdC siendo más eficiente en el uso de recursos (Chafra, 2016).
- El  $CO_2$  es un compuesto generado por los humanos, organismos animales y vegetales, la respuesta química exotérmica de los hidrocarburos incrementó la condensación del gas, creando un desequilibrio natural, lo cual desencadena en fenómenos como: gases de efecto invernadero, variación climática y calentamiento global (Rodríguez, Egüez, Marroquin, Haro, & Andrade, 2013).

### **2.3 Efecto invernadero**

En este fenómeno se definen los tipos de gases, pueden ser de origen natural o antrópicos, conservan energía irradiada por el suelo debido a la radiación solar que incide en la atmosfera. La misma se encuentra conformada por una cubierta delgada circundada por gases, es relevante ya que en ella se localizan gases esenciales para la evolución de los seres vivos del planeta. El efecto invernadero se suscita por la emisión de dióxido de carbono, metano entre otros (Caballero, Lozano, & Ortega, 2007).

Existen diferentes estándares de acuerdo con la evaluación de una empresa, un bien o una persona:

- **La huella de carbono de una organización:** implica todos los sectores, eslabones y procesos que conforman una organización. La finalidad es brindar información asociada al estudio de las etapas de vida de bienes y servicios, que detectan los puntos claves o críticos en el canal de proveedores, riesgos probables y oportunidades de progreso (European Commission, 2007).
- **La huella de carbono de productos:** involucra las emisiones de GEI en las etapas de vida de los productos, conforme a las normas internacionales: PAS 2050, ISO 14040, 14044 y 14064; este tipo indicador ambiental ayuda en la mejora e implementación de estrategias de gestión de los gases por medio de los ciclos de existencia de los bienes, desde la obtención de recursos primarios hasta la disposición final de los desechos del producto, incluyendo en lo posible al consumidor final (Osorno, Cárdenas, & Restrepo, 2017).
- **Huella de carbono relativa (HCR):** hace referencia a las emisiones que se producen por un grupo de personas; es decir, en una familia, una empresa, un barrio, una ciudad, una región, un país o un continente, para la cantidad total o masa expresada en kilogramos (kg) (Osorno, Cárdenas, & Restrepo, 2017).

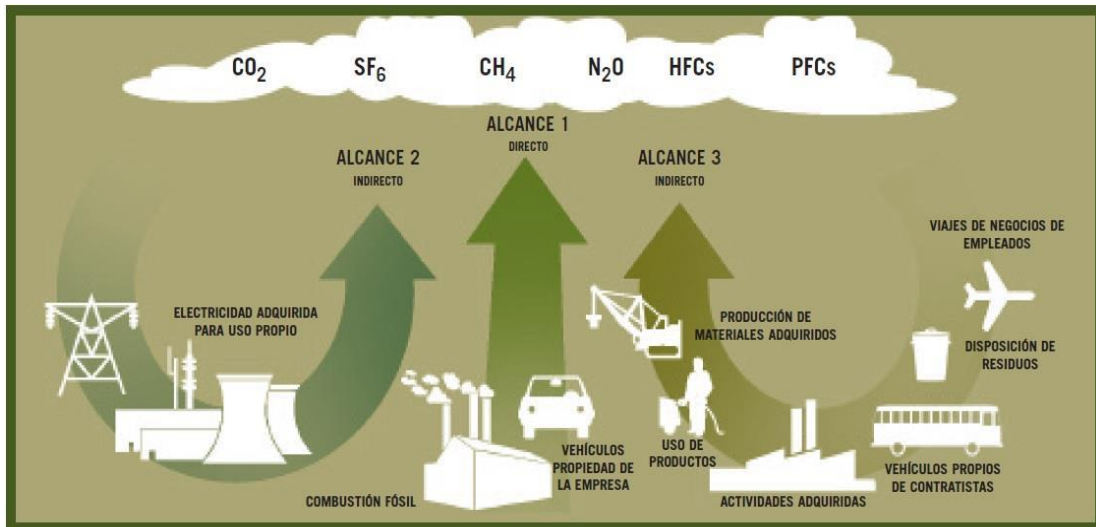


Figura 2. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero.

Fuente: Copyright (GHG PROTOCOL, 2012)

### 2.3.1 Gases de efecto invernadero directos.

Son componentes gaseosos que aportan al origen básico, estos son expulsados directo a la capa atmosférica, entre los cuales se encuentran: metano, óxido de nitroso, dióxido de carbono y compuestos halogenados (IDEAM, 2007).

### 2.3.2 Gases de efecto invernadero indirectos.

Hacen referencia a los gases que conservan parte del calor de la energía del sol en la atmósfera; en otros términos, estos proceden del ozono troposférico, mismos que son contaminantes del medio, entre ellos se hallan: compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno y el monóxido de carbono (Silvonén, 2019).

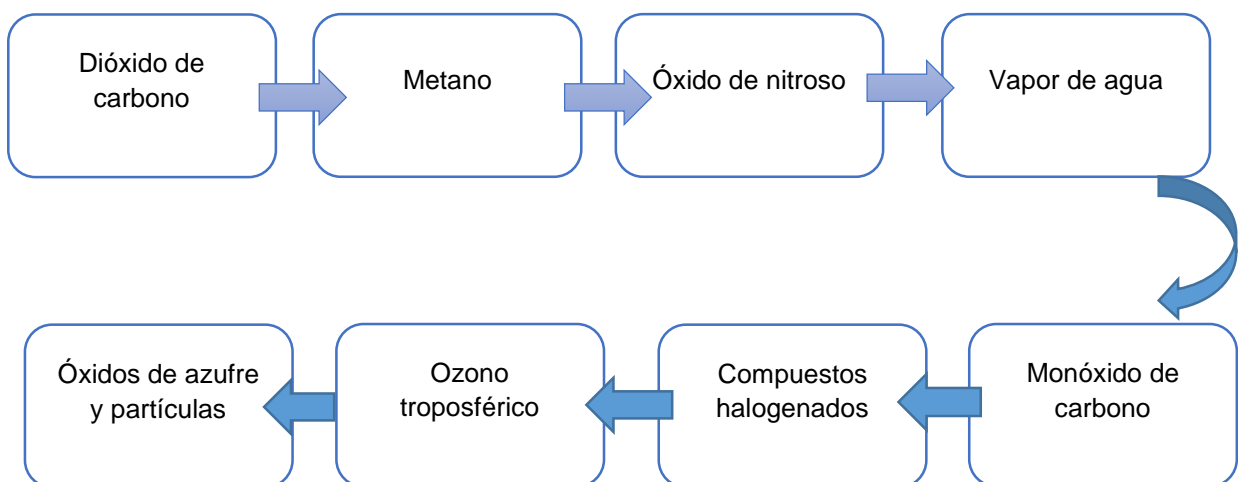


Figura 3. Gases de efecto invernadero.

Fuente: (Andrade-Castañeda, Arteaga-Céspedes, & Segura-Madrugal, 2017).

A continuación, se detalla la definición de cada uno:

**Dióxido de carbono.** este compuesto ( $CO_2$ ), se define como un gas crucial en los GEI, ya que es el motivo principal del calentamiento global, proviene de fuentes naturales y antrópicas (Zilio, 2008).

**Metano.** Este hidrocarburo simple ( $CH_4$ ), desempeña un papel importante en establecer la facultad de oxidación de la troposfera, se deriva de material orgánico y fermentaciones de organismos; de la misma manera, la administración de aguas residuales, de procedencia doméstica e industrias. La concentración de este compuesto ha padecido un aumento en la atmósfera cerca del 1% por año, esto se debe a las actividades humanas (Melendi, 2010).

**Óxido de nitrógeno.** este tipo de emisiones que propician este compuesto ( $NO_2$ ), se suscitan a raíz del empleo de combustibles fósiles, destinados a la producción de energía. Los óxidos nitrosos se generan por la aplicación de varios procesos de minimización catalítica, emisiones de transportes, plantas eléctricas y otras fuentes. En algunas ocasiones se puede visualizar a estas partículas como una capa marrón que tapa las zonas urbanas, esta emisión colabora en el calentamiento global y lluvia ácida (US EPA, 2015).

**Vapor de agua.** este apartado ( $H_2O$ ), se presenta a raíz de la evaporación del líquido; es decir, cuando pasa de un estado líquido a uno gaseoso, se considera como el más común y abundante en la capa atmosférica, la misma que se encuentra en función de la magnitud escalar de la superficie del océano (Manzur & Cardoso, 2015).

**Monóxido de carbono.** este gas de sumidero ( $CO$ ), se encuentra conformado por radicales hidroxilos ( $OH$ ), forma parte de los componentes de respuestas que oxidan el carbón, azufre y nitrógeno, la mayoría de las emanaciones de  $CO$  provienen de los medios de transporte. Esta emisión es menos densa en el aire; por lo tanto, se acopia en los sectores altos de la atmósfera (Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes, 2020).

**Compuestos halogenados.** Son aquellas sustancias simples y volátiles. Entre los compuestos halogenados se exponen:  $CFC_5$  ,  $HFC_5$  y los  $HFC_5$  que contribuyen al forzamiento radiactivo (Balkenhol, Castillo, Soto, Feijoo, & Merino, 2018).

**Ozono troposférico.** El ozono troposférico ( $O_3$ ), se encuentra presente en la estratosfera, donde se encarga de proteger al planeta de los rayos ultravioletas y en mínimas concentraciones en la troposfera, donde halla el elemento básico del smog fotoquímico antropogénico. Al perder ozono en la estratosfera se genera el forzamiento radiactivo negativo porque esta sustancia es indispensable para los GEI (CEAM, 2012).

**Óxidos de azufre y partículas.** los GEI se hallan en la atmósfera ( $SO_3$ ,  $SO_2$ ) y pueden intervenir en el cambio climático, además este tipo de compuestos son los precursores de aerosoles, actúa enfriando el clima. En el caso de los aerosoles presentan forma de diminutas partículas (IDEAM, 2007).

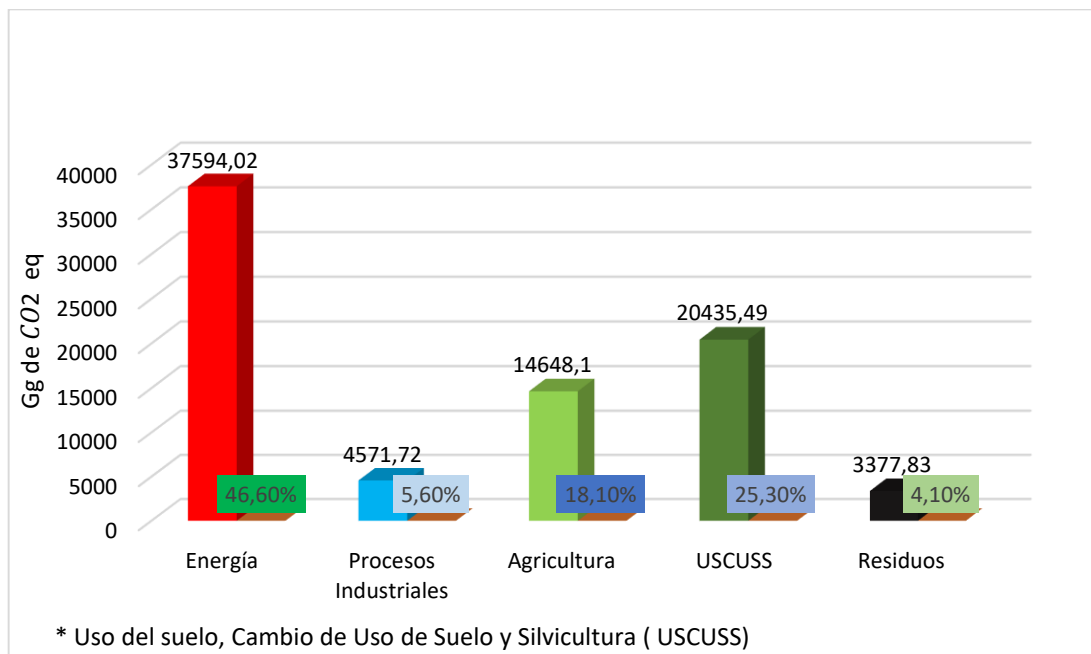


Figura 4. Sectores que producen gases de efecto invernadero.

Fuente: Copyright (AgroEcuador, 2020)

De la misma forma, el acelerado crecimiento de la humanidad, los avances tecnológicos e industriales han ocasionado un incremento paulatino de la contaminación ambiental. La evolución de la infraestructura para la gestión de toda clase de desechos y los procedimientos de supresión o gestión de los residuos no han dado una respuesta eficiente frente a los altos niveles de producción de desechos, valores que se acrecentarán de la misma manera que el crecimiento demográfico, abarrotando la estructura presente de la administración de residuos sólidos de los hogares (RSH), generando un dilema para el adecuado desenvolvimiento y desarrollo (Yedla & Parikh, 2001). Hoy por día, los RSH conforman el 31% de las emisiones de metano ( $CH_4$ ) exhibidas en los desfogues sanitarios, las mismas que cooperan con el fenómeno del calentamiento global, al valorarse como un compuesto de efecto invernadero (Bhide, 1994). Entre los principales GEI se encuentran: el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ), metano ( $CH_4$ ), perfluorocarbonos ( $PFC$ ), hidrofluorocarbonos ( $HFC$ ) y hexafluoruro de azufre (IPCC, 1999) (ICONTEC, 2006. 23 p). Sin embargo, se hallan altos porcentajes de GEI de la incineración de combustibles fósiles en composiciones químicas de  $CO_2$ (58,6%),  $CH_4$  (14,3%) y el  $N_2O$  (IPCC, 2007).

Por el contrario, la centralización de  $CO_2$  se ha disparado por encima de los 400 *ppm*, por lo que el 96% de los expertos en la materia coinciden que se dispone de evidencia científica competente sobre el incremento de este contaminante, debido a las actividades antropogénicas (Cook, y otros, 2016). Este tipo de emisiones revelan una elevada incidencia en el cambio climático, es fundamental que las universidades tengan el conocimiento suficiente de la dimensión relacionada al porcentaje del indicador ambiental que producen y cómo esta influye en las variaciones climáticas y al desarrollo sustentable (Matthews, Hendrickson, & Weber, 2008). A lo largo de los últimos años los centros de educación superior que involucran la parte ambiental han comprobado la valía de incorporar conceptos de desarrollo sustentable y cuidado ambiental en la formación de los educandos, para incentivar un cambio positivo e instruir correctamente en todos los ámbitos a profesionales de esta nueva generación (Salazar, Valencia, Velasco, & Ochoa-Herrera, 2019).

Por otra parte, el cambio climático se define como las alteraciones del clima a nivel global, regional o local. Estos cambios se suscitan en varias graduaciones de tiempo, entre los cuales se valoran: temperatura, nubosidad, precipitación entre otros, este tipo de variables tienden a modificarse de acuerdo con causas naturales y humanas. Las variaciones climáticas se han convertido es un problema mundial. Por lo que ocasionan un incremento de la magnitud de nivel térmico global a causa del efecto invernadero, alteraciones en los niveles del mar, deshielos polares entre otros; estos resultados desencadenan en sequias, periodos de calor, incendios forestales, inundaciones, huracanes, lluvias intensas y otros fenómenos naturales informados (Universidad San Francisco de Quito, 2012). Existen organizaciones encargadas de monitorear las variaciones del clima en general, como las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, quienes consideran a este fenómeno como un reto frente a la preocupación e incertidumbre que representa para la humanidad y el ambiente en general, sopesando algunos aspectos, tales como: posibles riesgos en pérdidas en la cosecha de alimentos, desbordes de ríos, entre otros, de esta forma se llevan a cabo estudios que ayudan a prevenir probables daños a los ecosistemas (UNEP, 2012).

Desde otra perspectiva, las actividades humanas influyen literalmente en las alteraciones que sufre el clima global; por ende, se ha evidenciado que los compuestos gaseosos de efecto invernadero cumplen un rol relevante en el mismo; en efecto, se han analizado las consecuencias durante muchos años. Según Joseph Fourier en 1824, descubridor del efecto invernadero, con base a los experimentos fiables de John Tyndall en el año 1858 y expuesto por Svante Arrhenius, corroboró el nexa proporcional que se da al incrementarse el  $CO_2$  y al mismo tiempo la temperatura (Amestoy, 2010). En realidad, el

planeta requiere de este efecto porque es un proceso natural que ofrece gran aporte al mismo, donde la emanación de los rayos infrarrojos a través de la atmósfera, permite calentar la superficie de este; en otros términos, la atmósfera se desenvuelve como un cobertor con características aislantes, encerrando energía de onda corta expulsada por el suelo terrestre, manteniendo una temperatura media universal en un grado adecuado para los seres vivos (Ayllón, 2003).

Del mismo modo, la atmósfera es un cúmulo de varios gases atmosféricos, entre ellos:  $N_2$  (78%),  $O_2$  (22%) y una combinación de elementos gaseosos, donde se halla el  $CO_2$  (1%) (Ayllón, 2003). El aspecto de los compuestos mencionados es transparente para la luz solar, pero tienden a disminuir la claridad para mantener la energía emanada por el terreno del planeta. Por este motivo, la atmósfera terrenal no capta magnitudes muy elevadas en el día, mucho menos temperaturas drásticas (bajas) durante la noche. Por lo contrario, esta capa de gases posee moléculas que asimilan y difunden el calor en varias direcciones, minimizando la energía perdida (Casper, 2009). Para que la vida sea posible es necesario que intervengan los GEI con el objetivo de llegar a un equilibrio en la temperatura de la atmósfera terrestre, aproximadamente de 14,45°C (WMO, 2012).

#### **2.4 Consumo eléctrico**

Se puede señalar que la demanda eléctrica varía con el tiempo, debido a que se presenta por la reacción química exotérmica de combustibles fósiles, la cual contribuye al aumento de la huella de carbono. El acceso a fuentes de energía limpias merma los efectos sanitarios nocivos en la contaminación del aire en interiores con una tasa de mortalidad al año asignada a 1,7 millones, este tipo de contaminación se adjudica a un número de fallecimientos anual de 0,8 millones en localidades con más de 100000 pobladores y los riesgos que implican en la salud de empleados en los países con ingresos bajos. Empero, 2 400 millones de personas requieren combustibles de biomasa tradicionales y 1600 millones no cuentan con electricidad (Modi, Lallement, & Saghir, 2005).

#### **2.5 Niveles de contaminación**

Cabe destacar que los residuos ayudan elementalmente a las emanaciones de carbono. Al reducir los desechos promueve la reducción de este tipo de emisiones, también minimizar los vertederos, se debe considerar que los residuos inservibles no sólo emiten  $CO_2$  y metano hacia la atmósfera, sino que colaboran en la contaminación del medio ambiente, en especial del aire, las aguas residuales y el suelo (OMS, 2008).

## **2.6 Transporte**

Asimismo, el transporte produce mayor contaminación ambiental, aunque esto va a depender del número de kilómetros, la cantidad de pasajeros y el tipo de vehículo, debido a que existen varios modelos la cantidad de emisiones puede variar (Crespo & Jiménez, 2013).

## **2.7 La huella de carbono en las universidades**

Desde hacía varias décadas la preocupación referente al cambio climático se ha dado seguimiento en los centros de educación superior. Empero, únicamente en los últimos años las universidades han reconocido que son parte de esta cuestión y han empezado a ser más conscientes, llevándolos a crear programas que ayudan a conservar y mantener una buena gestión del ecosistema con el fin de mermar significativamente las emisiones. Este tipo de entidades públicas y privadas se encargan de formar a los jóvenes del futuro, por lo que deberían ser promotoras potenciales en la instauración de los sistemas de administración ambiental que faciliten a los alumnos formas didácticas de aprendizaje, así como tener la facultad para provocar acciones sociales respecto al calentamiento global (Mondéjar-Navarro, Viñoles-Cebolla, Bastante-Ceca, Collado-Ruiz, & Capuz-Rizo, 2011).

En Latinoamérica, los países no sobrepasan el promedio global de toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera; sin embargo, en América del Norte, en particular Estados Unidos se ubica en los primeros lugares del ranking con altos porcentajes de emisiones (GFN, 2008). Por otro lado, en América, es el continente donde tiene mayor presencia el establecimiento de la huella de carbono para conseguir un desarrollo sostenible, para concebir estrategias de acción para transformarse en carbono neutral (Mondéjar-Navarro, Viñoles-Cebolla, Bastante-Ceca, Collado-Ruiz, & Capuz-Rizo, 2011).

Un estudio efectuado por la Universidad de Pennsylvania expuso un programa titulado "University of Pennsylvania Carbon Footprint" que manifiesta un recuento completo de las emisiones de GEI generadas para en lo posterior hallar la huella de carbono correspondiente, incluyendo todo el campus (141 edificios y 40.000 miembros). El estudio abarca la evolución desde el año 1990 hasta el 2006, la indagación arrojó que las toneladas de CO<sub>2</sub> son producto del uso empleo de energía, fertilizantes en jardinería, el transporte y los diferentes residuos sólidos (Universidad de Pensilvania, 2010).

Otro estudio realizado por la Universidad de Strathclyde, en Escocia se ha concientizado sobre el indicador ambiental por medio del estudio "Carbon Footprint of the University of Strathclyde", fundamentándose en el programa HECM ejecutado por Carbon Trust, con restricciones en la estructura, sólo comprende los estudiantes que residen en

campus. Se registraron las emisiones de  $CO_2$  ocasionadas desde 1999 hasta el 2005, alusivas al gasto de energía, transporte y desplazamientos. Además, se incluyó un análisis de sensibilidad donde se examinan las consecuencias que presume el reemplazo total de los medios comunes de transporte en los desplazamientos nacionales por vehículos convencional (Strachan, 2005).

En la misma línea conceptual, la Universidad de Santiago de Compostela, ha aportado localmente al desarrollo sostenible global, mediante una Memoria de Responsabilidad Social, la cual incluye el establecimiento de la huella de carbono del campus, para centralizar las medidas pertinentes a utilizar, para en lo posterior adquirir certificaciones y acreditaciones que contemplen las buenas prácticas efectuadas en materia ambiental (Universidad Santiago de Compostela, 2007). Por otra parte, la Universidad Autónoma Metropolitana evaluó el inventario de gases de efecto invernadero (GEI) y se calculó la huella de carbono, empleando el protocolo de GEI; las emisiones directas implicaban fuentes móviles y estacionarias y fugas de refrigerantes, las emisiones indirectas involucraron uso de energía eléctrica y otras emisiones indirectas incluyó el consumo de papel, alimentos, agua, gases, productos de limpieza, solventes, tratamiento de aguas residuales, desechos municipales y peligrosos y viajes académicos. En total el campus generó cerca de 3000 toneladas de  $CO_2$  equivalente (Mendoza, Quintero, & Ortíz, 2019).

## **2.8 Huella de carbono en Ecuador**

Conforme a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ecuador es uno de los países que presenta emisiones en toneladas métricas por habitante. En otras palabras, figura cerca del 0,1% de emisiones a escala mundial (Ministerio del Ambiente y Agua, 2018). En la ciudad de Quito, el indicador ambiental mostró valores de 5.164.946 ton  $CO_2$  eq (Gobierno de Quito, 2015), distribuida de la siguiente manera:

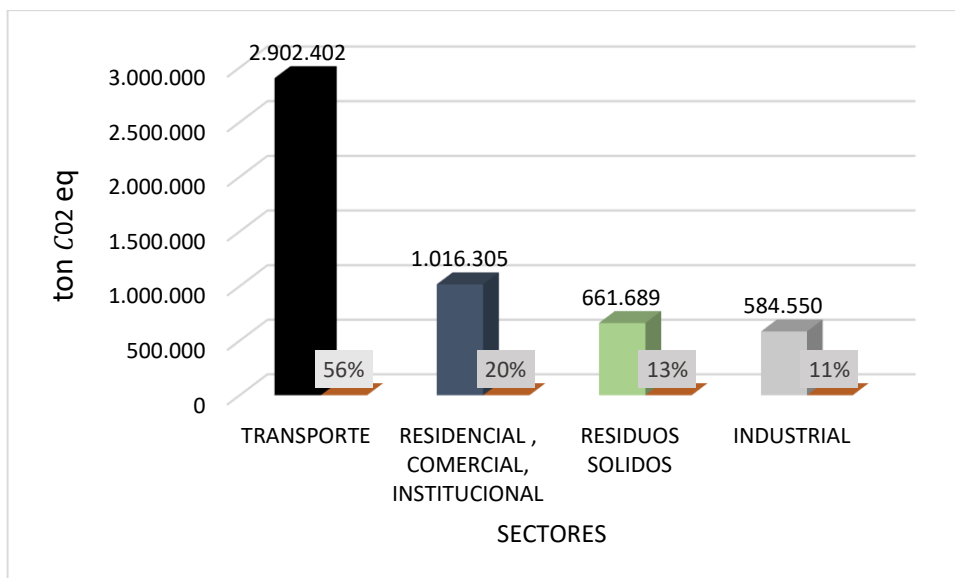


Figura 5. Sectores que aportan a la Huella de Carbono en la ciudad de Quito.

Fuente: Gobierno de Quito, 2015

En Cuenca, la huella de carbono hace mención a los compuestos gaseosos de efecto invernadero, por lo que causa alrededor de 1.5 millones de toneladas de dióxido de carbono por año, si se considera las cantidades por habitante, la emisión es de 2.5 toneladas, se evidencia que los valores superan al límite establecido por las normas ambientales (2 toneladas). De acuerdo, a un informe revelado en el año 2016, indicó que en la ciudad, gran parte de las emanaciones contaminantes provienen de los transportes, fabricación de productos, el sector residencial, los desechos, el sector mercantil y las actividades agrícolas (Tomalá, 2018).

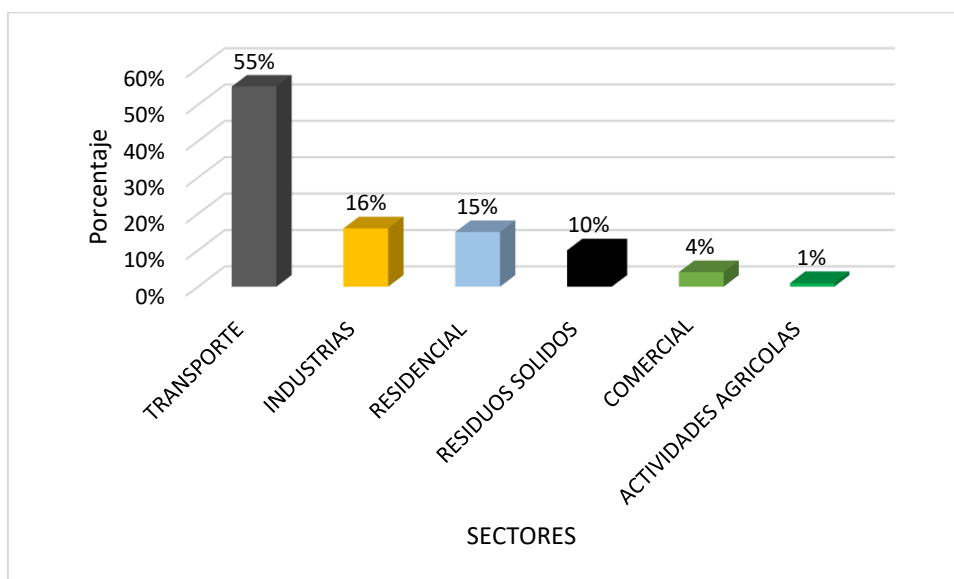


Figura 6. Sectores que aportaron en la Huella de Carbono en la ciudad de Cuenca en el año 2016.

Fuente: Elaboración propia

La HdC del cantón Cuenca para el año 2016 fue de 1.500.133 ton  $CO_2$  eq, representando cerca del 2% de las emisiones del Ecuador en contraste con la Tercera Comunicación relacionado a las variaciones del clima en el periodo 2012 que fue de 80.627.160 t  $CO_2$  eq (BDAL, 2018).

La lucha internacional frente al calentamiento global, generado por la emanación de gases, que desencadenan el efecto invernadero en la atmósfera, es un asunto que le compete directamente a la autoridad ambiental, la huella de Carbono es un problema mundial, a causa de la globalización, que incrementa los GEI que son emitidos de manera directa o indirecta a la atmósfera por todas las tareas cotidianas generadas por la actividad humana, las cuales producen alteraciones en la climatología del lugar. La estimación del índice ambiental como una enmienda en el ambiente podría de alguna manera beneficiar a la universidad y sectores cercanos para promover un ambiente sostenible.

## **2.9 Marco Legal**

### **2.9.1 Constitución del Ecuador.**

De acuerdo con la normativa legal estipulada en la Constitución del Ecuador aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente en el año 2008, se basa el estudio en los siguientes artículos:

Art 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza (Constitución del Ecuador, 2008).

Art. 396.-El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles (Constitución del Ecuador, 2008).

Art. 399.- El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza (Constitución del Ecuador, 2008).

Los artículos expuestos de la Constitución del Ecuador manifiestan que El Estado se encargará de hacer cumplir con los derechos del medio ambiente, las políticas y leyes ambientales con el fin de precautelar el ambiente.

### **2.9.2 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).**

La CMNUCC cuenta con 197 miembros llamados Partes de la Convención y anualmente se reúnen para crear protocolos con pautas para enfrentar las variaciones climáticas (United Nations Climate Change, 2014). Ecuador forma parte desde 1999. El objetivo principal es nivelar las concentraciones de compuestos de efecto invernadero en la capa atmosférica a una escala que evite intervenciones antropogénicas dañinas en la estructura climática (Naciones Unidas, 1992). El primer protocolo realizado fue en la ciudad de Kioto (Japón), en 1997 donde los integrantes se enfocaron en mermar las emanaciones de GEI, aproximadamente en un 6% para el lapso analizado (Naciones Unidas, 1997).

### **2.9.3 Acuerdo de París.**

Dentro de los tratados internacionales se encuentra el Acuerdo de París, los siguientes artículos mencionan:

Art. 4.-Para cumplir el objetivo a largo plazo referente a la temperatura que se establece en el artículo 2, las partes se proponen lograr que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, teniendo presente que las partes que son países en desarrollo tardaran más en lograrlo, y a partir de ese momento reducir rápidamente las emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la mejor información científica disponible, para alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo, sobre la base de la equidad y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza (Naciones Unidas, 2015).

Art. 7.-Por el presente, las partes establecen el objetivo mundial relativo a la adaptación, que consiste en aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático con miras a contribuir al desarrollo sostenible y lograr una respuesta de adaptación adecuada en el contexto del objetivo referente a la temperatura que se menciona en el artículo 2 (Naciones Unidas, 2015).

Art. 10.-Las partes comparten una visión a largo plazo sobre la importancia de hacer plenamente efectivos el desarrollo y la transferencia de tecnología para mejorar la resiliencia al cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Naciones Unidas, 2015).

Los artículos 4, 7 y 10 indican el interés que manifiestan los países ante los gases de efecto invernadero y cómo actúan para tratar de solucionar el problema de la huella de carbono, razón por lo que es relevante para la tesis considerar este acuerdo.

### **2.9.4 Ley de Gestión Ambiental.**

La Ley de Gestión ambiental revela los fundamentos, normas y directrices de una política ambiental; por ende, denotan las responsabilidades, categorías de participación de los sectores (público y privado) en el manejo ambiental y fija los límites, regulaciones y sanciones (Ley de Gestión Ambiental, 2004).

Según el artículo hace mención a: “determinar como herramientas de aplicación de las directrices ambientales lo siguiente: lineamientos de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, requerimientos de productos contaminantes y nocivos para la salud

humana y el ecosistema, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento (Ley de Gestión Ambiental, 2004).

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Metodología

El presente estudio se realizó por fases las cuales se detallan a continuación:

##### 3.1.1 Mapa de área de estudio.

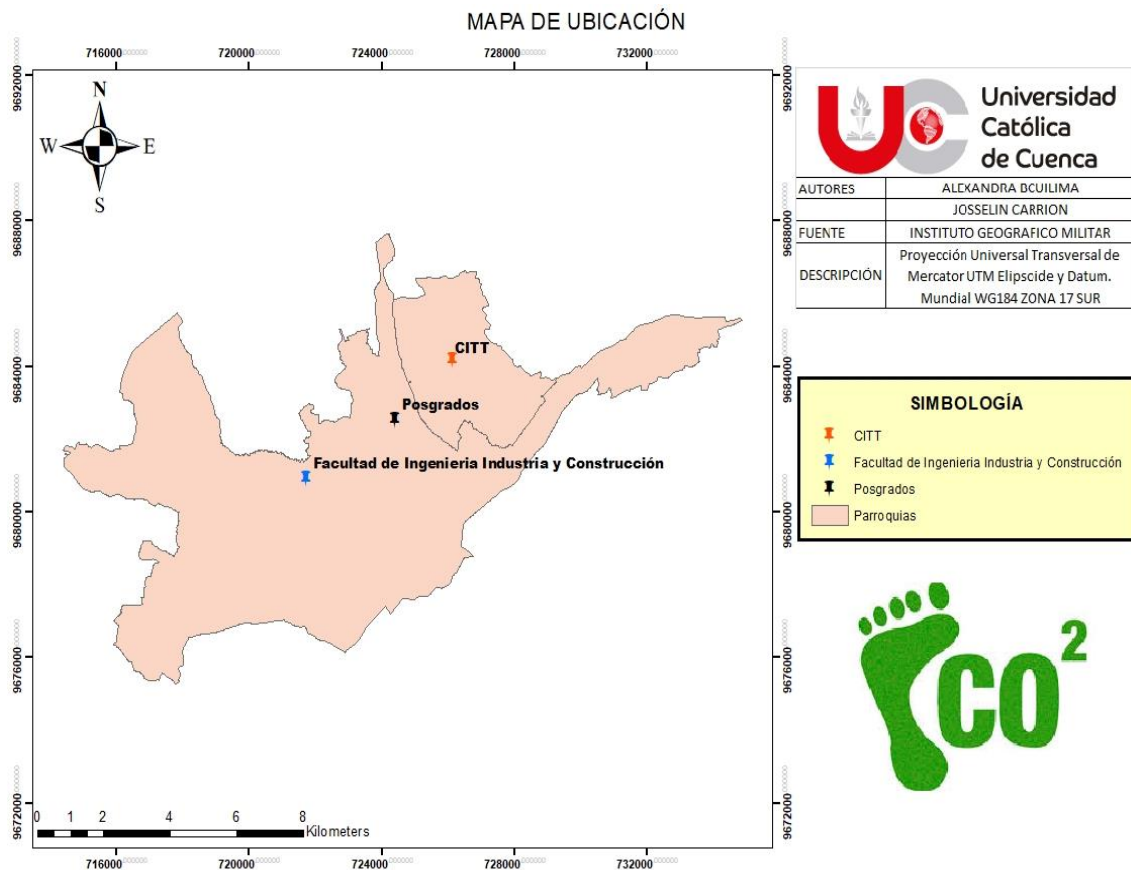


Figura 7. Zonas de estudio.

Fuente: Elaboración propia

##### 3.1.2 Definición de zonas de estudio.

Se establecieron tres puntos de referencia para calcular la huella de carbono de la Universidad Católica de Cuenca en diferentes lugares que se encuentran ubicadas las sedes de la universidad:

- Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología, que se encuentra ubicado en la Parroquia de Ricaurte.
- Jefatura de Posgrados que se encuentra ubicado en la Estancia Luis Cordero en el Parque Industrial.

- La Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción, que se encuentra ubicada en la avenida de las Américas.

Se procedió a la recopilación de la información del estado del arte de la huella de carbono a nivel macro hasta la micro información del tema a estudiar. Sintetizar el estado del arte, se utilizó las fuentes primarias y secundarias como son artículos científicos, revistas relacionadas con el tema de huella de carbono, publicaciones, etc., de la estimación de la huella de carbono, y mediante la técnica de inductivo deductivo se obtuvieron las ideas principales de los autores relacionados al tema de tesis. Con el conocimiento respectivo acerca del tema de la Huella de Carbono se procedió a la fuente de base de datos de la Empresa Centro Sur (SUR, 2021), se trabajó con el valor del consumo total de cada mes de estudio de los tres sectores que son: Jefatura de Posgrados, Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología, y la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción se realizó una comparación de datos de los años desde enero del 2019 hasta diciembre del 2019 y de enero del 2020 hasta diciembre del 2020. Con los datos que se obtuvieron de los tres lugares se procedió a tabular para encontrar las gráficas correspondientes y se realizó la comparación de los dos años mencionados 2019-2020.

Como siguiente periodo se procedió hacer el levantamiento de los datos de las estaciones meteorológicas ubicadas en cada uno de los sectores de estudio antes mencionados, después de analizar todos los datos obtenidos de la estación se tomaron las siguientes variables como indica la tabla 1:

Tabla 1. Variables/Unidades

<b>Variables</b>	<b>Unidades</b>
Velocidad de viento	m/s
Dirección del viento	°
Temperatura ambiente	°C

Fuente: Elaboración propia

Una de las razones principales es que estas variables influyen en el transporte y duración de los gases de efecto invernadero, se tomaron los datos del valor promedio por día, mes y año de los tres sectores a estudiar de enero a diciembre del 2019 y enero a diciembre del 2020, para realizar una tabulación y seguidamente una comparación de los valores obtenidos. Se complementa este caso de estudio con las variables de  $PM_{2,5}$  (Partículas suspendidas) y tráfico vehicular, las  $PM_{2,5}$  se miden en micras ya que son el mejor indicador de la contaminación urbana esto es debido a que, por una lado, su origen es antropogénico en una alta proporción puesto que provienen de las emisiones de los

vehículos , se obtuvieron los resultados de la fuente de datos de la empresa EMOV EP, y se procedió a tabular y graficar los datos con la ayuda de un software para de esta manera conocer el sector que más contaminación emite.

Para la estimación de la huella de carbono se utilizó la metodología de los Autores (Barreda & Polo, 2014) mediante la siguiente ecuación , que se encuentra definida como la sumatoria de las Evaluaciones de Emisiones Directas (EED), más las Evaluaciones de Emisiones Indirectas (EEI), mas emisiones de otras fuentes indirectas (EOF) que son las que contribuyen en la huella de carbono de la universidad.

$$HC = EED + EEI + EOT \quad \left[ \frac{TN \text{ CO}_2}{\text{Año}} \right]$$

En nuestro caso tomamos el consumo de energía como evaluaciones de emisiones directas (EED) según la metodología de (Ministerio del Ambiente, 2013; Parra Narváez, 2013).

$$E = (Ct \times feCO2 \times PCGCO2) + (Ct \times feCH4 \times PCGCH4) + (Ct \times feCO2 \times PCGN20) \text{ Ec.X}$$

Donde:

$E$  = Emisión total de  $CO_2$ -eq por compra de energía eléctrica [t]

$Ct$  = Consumo total de electricidad en el período de estudio [kWh]

$feCO2$  = factor de emisión de  $CO_2$ , 188.82 [g/kWh]

$feCH4$  = factor de emisión de  $CH_4$ , 0.02 [g/kWh]

$feN2O$  = factor de emisión de  $N_2O$ , 0.0013 [g/kWh]

$PCGCO2$  = Potencial de Calentamiento Global del  $CO_2$ , 1 (IPCC, 2014).

$PCGCH4$  = Potencial de Calentamiento Global del  $CH_4$ , 28 (IPCC, 2014).

$PCGN2O$  = Potencial de Calentamiento Global del  $N_2O$  , 265 (IPCC, 2014).

Para las evaluaciones de emisiones indirectas se tomó en cuenta las actividades del transporte de diferentes vehículos que se detallan en la tabla 35, para esto se utilizó la siguiente ecuación planteada por (Barreda & Polo, 2014).

$$EEI = \frac{12 \times CM \times R \times FE}{1000}$$

$CM$  = Consumo mensual [ $CM_{Galón}$ ]

$R$  = Rendimiento  $\left[ \frac{km}{Galón} \right]$

$$FE = \text{Factor de Emision} \left[ \frac{\text{kg} - CO_2}{\text{km}} \right]$$

## CAPÍTULO IV


### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Consumo de energía eléctrica

Para obtener los datos de consumo de energía eléctrica, usamos la base de datos de la Centro Sur, misma que nos da los siguientes resultados por lugar:



Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.  
 Matriz: AV MAX UHLE S/N y AV. PUMAPUNGO  
 RUC: 0190003809001  
 Contribuyente especial, resolución No. 3257  
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200002781108

Nro. Factura 001-003-022784279  
 Nro. doc. interno 002321045084  
 Fecha de emisión 01-04-2021  
 Fecha de vencimiento 16-04-2021  
 Número de autorización  
 0104202101019000380900120010030227842790039412811

Información del Consumidor				<b>VALOR TOTAL \$965.45</b>
<b>CUENTA CONTRATO</b>	<b>200002781108</b>	<b>Código Unico</b>	0500388181	
Razón Social	UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA	Tipo de tarifa Arconel	MTCGCD02 - MT Comercial con Demanda Horaria	
RUC	0190032981001	Geocódigo	0501E075000048	Unidad de Lectura 0501E075
Celular	0987080818	facturacionelectronica@ucacue.edu.ec		
Correo Electrónico	RICAURTE SECTOR URBANO 1 / RICAURTE - CUENCA			
Dirección del servicio				

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor	2831756	Días facturados	31	Factor de corrección	1.0000
Tipo consumo	leído	Fecha hasta	01-04-2021	Factor de potencia (FP)	0.9928
Fecha desde	02-03-2021				

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (08h00-18h00)	01-04-2021	118232.00	114571.00	0.00	3661.00	0.00	3661.00	KWH	347.80
Energía act. hor. B (18h00-22h00)	01-04-2021	48562.00	46561.00	0.00	2001.00	0.00	2001.00	KWH	190.10
Energía act. hor. C (22h00-08h00)	01-04-2021	79922.00	77424.00	0.00	2498.00	0.00	2498.00	KWH	192.35
Energía reactiva total	01-04-2021	51060.00	50073.00	0.00	987.00	0.00	987.00	KVR	0.00
Demanda máx. hor. A (08h00-18h00)	01-04-2021	26.00	0.00	0.00	26.00	0.00	26.00	KW	0.00
Demanda máx. hor. B (18h00-22h00)	01-04-2021	26.00	0.00	0.00	26.00	0.00	26.00	KW	0.00
Demanda máx. hor. C (22h00-08h00)	01-04-2021	22.00	0.00	0.00	22.00	0.00	22.00	KW	0.00
Demanda facturable	01-04-2021	26.00	0.00	0.00	26.00	0.00	26.00	KW	118.98

Figura 8. Planilla de luz

Fuente: Centrosur

De esta imagen, tomamos la suma del valor del consumo señalado en KWH, obteniendo los siguientes gráficos.

#### 4.1.1 Consumo de energía eléctrica del CIITT.

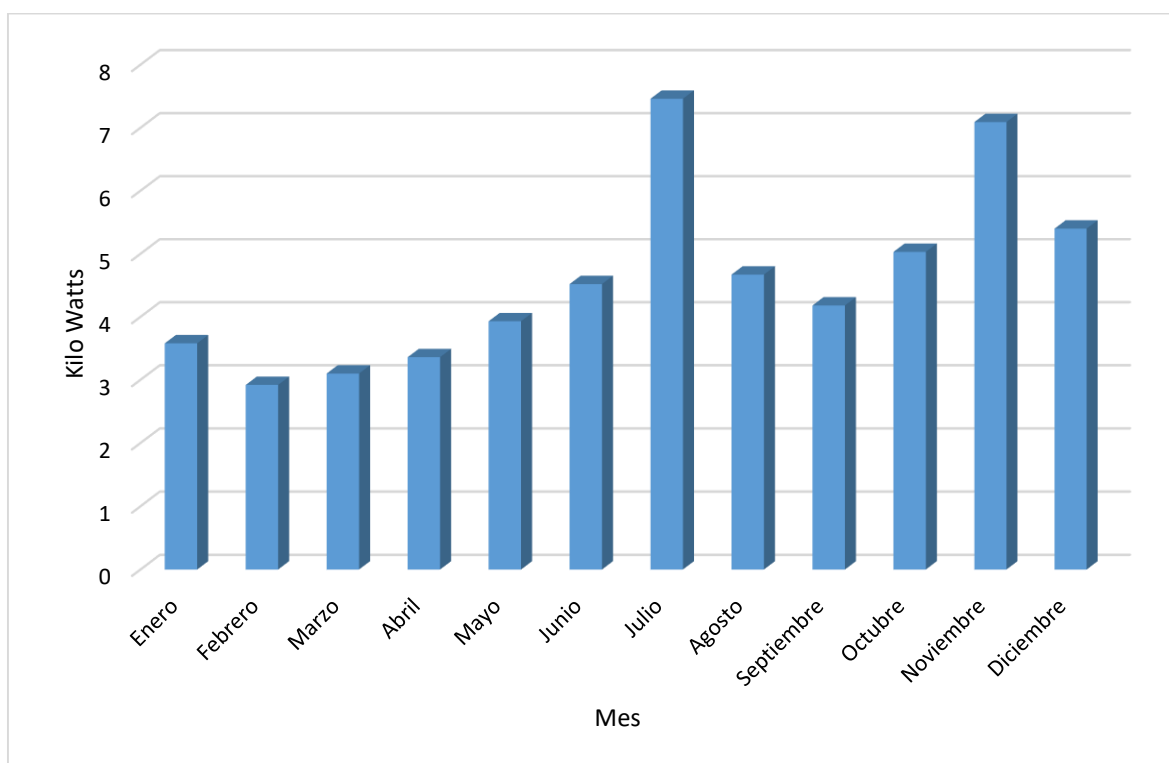


Figura 9. Consumo de la energía eléctrica en el período 2019 en el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.

Fuente: Elaboración propia

La figura 9, muestra un incremento significativo en el consumo de energía eléctrica en los meses de julio y noviembre; sin embargo, el mes que menos consumo demandó fue febrero, esto se debe a las alteraciones en las actividades realizadas.

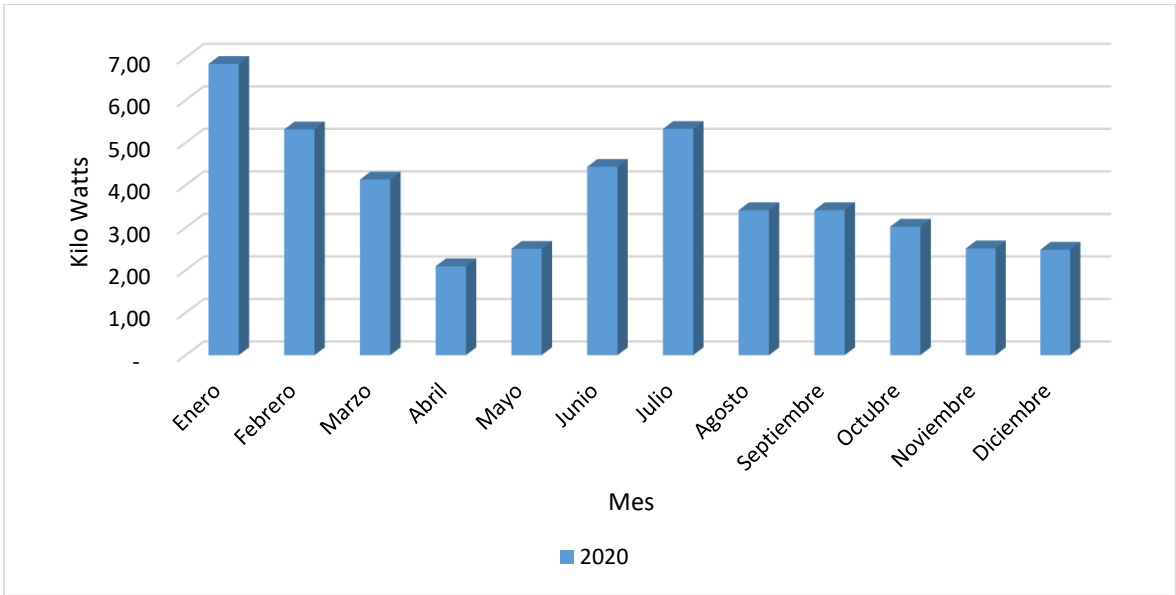


Figura 10. Consumo de la energía eléctrica en el período 2020 en el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.

Fuente: Elaboración propia

Para el periodo en cuestión se evidencia un aumento importante en el mes de enero, mientras los otros meses se mantienen estables, la incidencia de la emergencia sanitaria y los cambios en las rutinas y actividades pudieron haber incidido en el consumo de energía eléctrica.

**4.1.2 Consumo de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción de la Ucacue.**

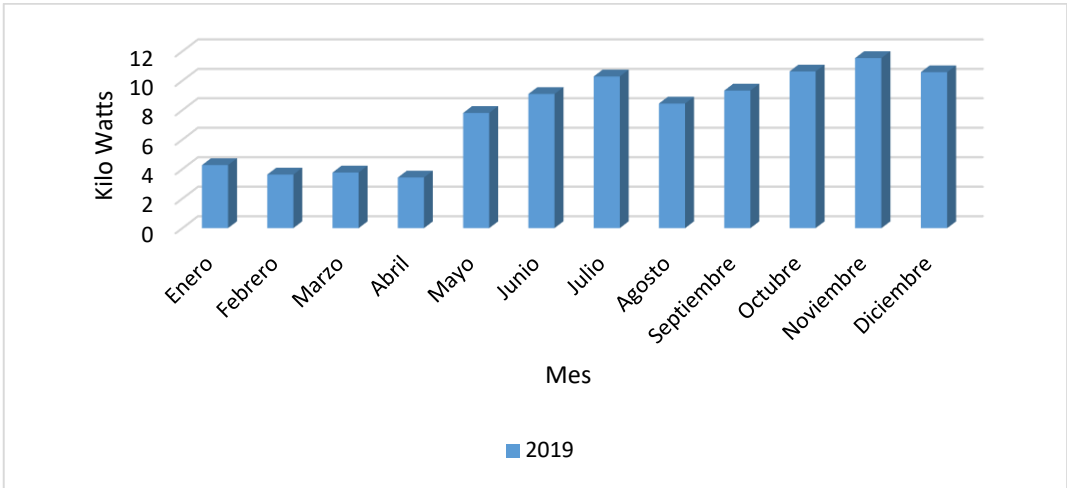


Figura 11. Consumo de la energía eléctrica en el período 2019 de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción de la UCACUE.

Fuente: Elaboración propia

Para el año 2019, la demanda de energía presenta dos puntos críticos, un incremento en el mes de noviembre y un descenso fundamental en abril, mientras que los demás meses se mantienen en un rango.

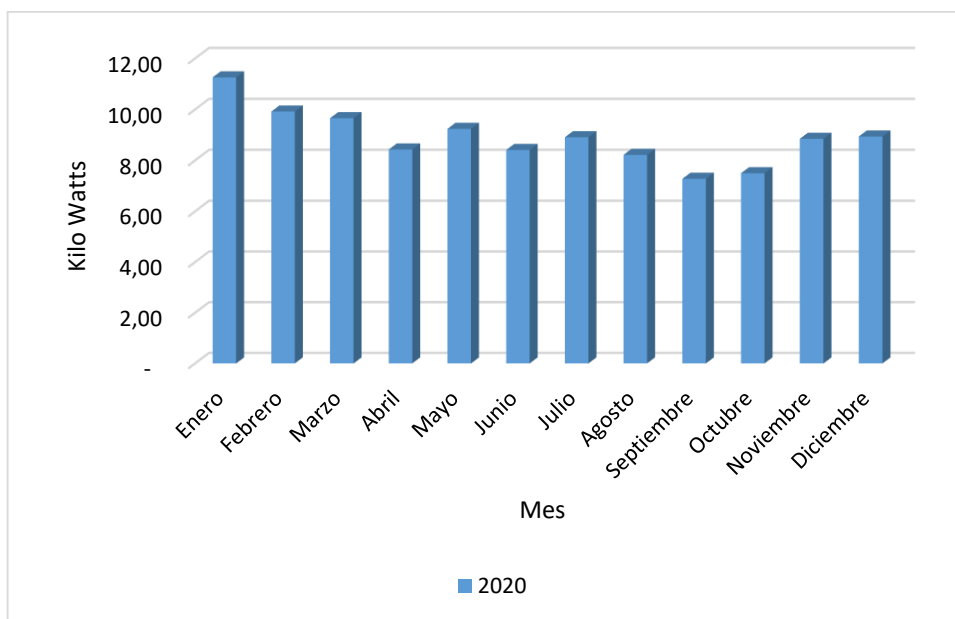


Figura 12. Consumo de la energía eléctrica en el periodo 2020 de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción de la UCACUE.

Fuente: Elaboración propia

El 2020, fue un año crítico. Durante los primeros meses, especialmente en enero se puede visualizar un aumento preponderante, en el mes siguiente desciende por debajo de la media de consumo debido a las restricciones y disposiciones gubernamentales por la crisis sanitaria, desde abril a agosto se mantiene estable, pero en septiembre decae significativamente.

### 4.1.3 Consumo de energía eléctrica de la Jefatura de Posgrados de la UCACUE.

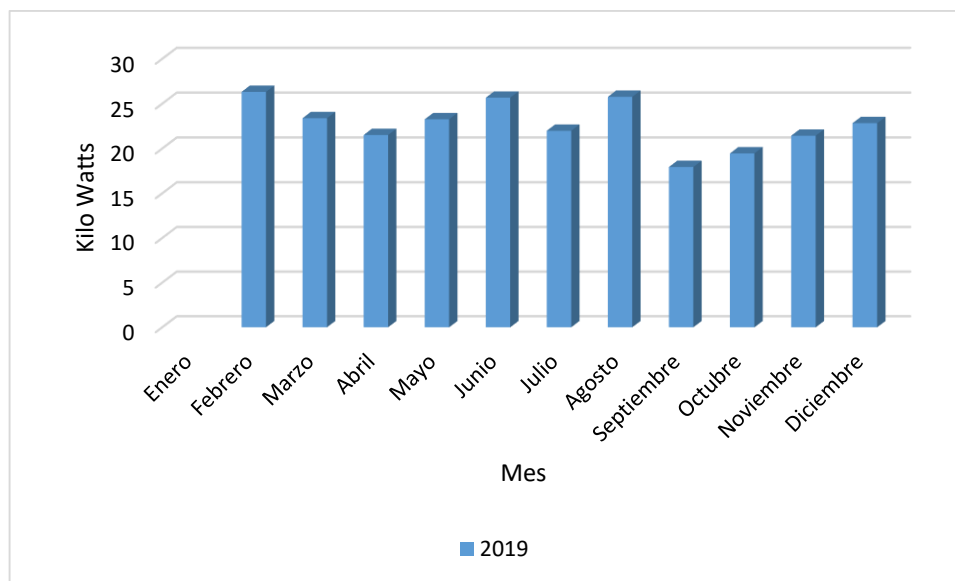


Figura 13. Consumo de energía eléctrica en el periodo 2019 de la Jefatura de Posgrados de la UCACUE.

Fuente: Elaboración propia

En la Jefatura de Posgrados, para el año 2019 podemos observar un alto consumo de energía en los meses de febrero, junio y agosto, y el resto meses se mantiene estable.

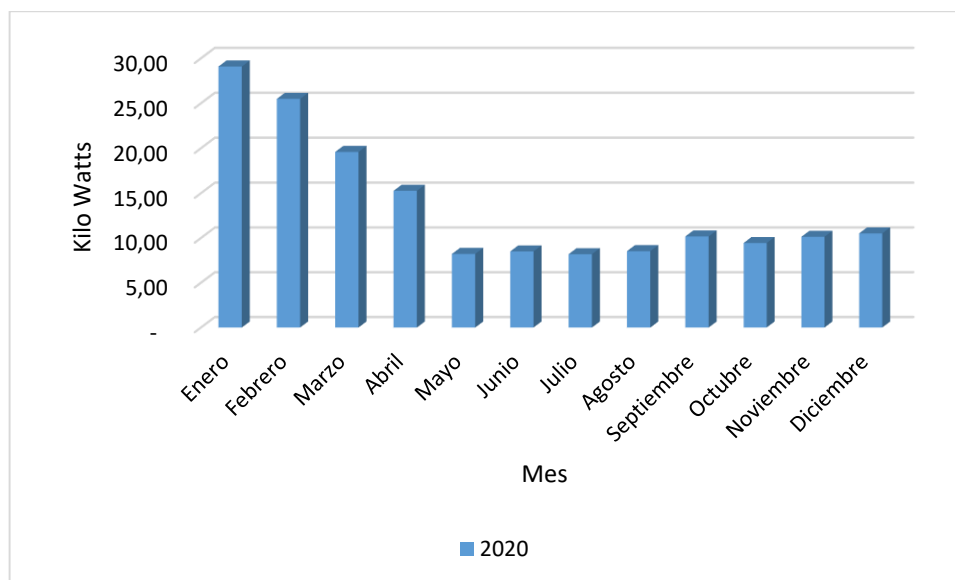


Figura 14. Consumo de energía eléctrica en el periodo 2020 de la Jefatura de Posgrados de la UCACUE.

Fuente: Elaboración propia

A inicios del 2020, el área de Posgrados empezó de forma activa en el consumo de energía; empero, fue disminuyendo a medida que se hacían presente los efectos de la pandemia por Covid-19, a tal punto de mantenerse por debajo de la media.

## 4.2 Resultados de las gráficas de la variable de la temperatura ambiente

Para las mediciones de la variable temperatura ambiente, se ha tomado los datos del período 2019 y 2020, en base a los equipos meteorológicos de la UCACUE, mismos que proporcionan datos cada hora, los 365 días del año. A continuación, presentamos los resultados por sector:

### 4.2.1 Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.

Tabla 2. Datos por mes de la temperatura ambiente del CIITT del año 2019.

TEMPERATURA AMBIENTE CIITT [°C]												
	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
1.		14,6	12,1	14,3	13,4	12	12,8	11,2	12,1	12,2	13,1	14,9
2.		13,9	12,2	12,6	13,4	12,7	12,6	10,9	13,6	11,6	14,7	14,5
3.		14,2	12,4	12,4	12,9	13,6	14,2	11,4	13,5	11,9	14,5	14,3
4.		13,6	12,9	13,2	14	13,7	14,3	11,9	12,5	11,9	13,3	12,9
5.		12,7	12,8	13,6	14,4	12	12,8	11,7	13,1	13	13,3	12,3
6.		11,9	13,9	12,9	13,6	12,3	12,5	11,3	11,9	12,6	13,8	13,8
7.	12,3	14,1	14,2	12,7	13,7	14,2	11,8	12,3	11,3	12,6	14	13,1
8.	12,1	14,2	13,5	12,8	12	13,3	12	12,3	12,2	12,6	13,6	13,4
9.	13,2	13,9	12,2	13,4	12,9	12,7	12,6	11,9	11,8	12,6	13,9	13,1
10.	13,4	14,5	12,6	13,4	13,4	12,4	12,3	12,2	13,9	12,5	13	12,9
11.	14	14,5	13,3	12,8	13,2	13	12,5	13,1	12,9	12,8	12,6	13
12.	14,1	14	13,5	13,8	13	13,9	12,5	11,7	12	11,7	12,6	12,3
13.	13,1	13,9	14,8	13,1	13,2	13,6	11,7	11,2	12	12,1	11,5	12,6
14.	13,4	14,3	13,5	13,5	12,6	12	10,9	10,9	12,9	11,2	11,4	11,7
15.	14,1	13,8	13,6	13,4	13,3	11,2	11,9	11,7	11,6	11,5	11,5	11,9
16.	13,7	14,9	14,1	13,3	12,8	12	12,6	9,8	13,8	11	13,7	12,4
17.	14,1	13,8	13,6	13,6	13,3	11,6	11,4	11,4	12,7	12,2	13,9	13,1
18.	13,1	13,4	13,4	14,1	13	10,6	11,8	9	12,9	12,6	13,2	13,3
19.	13,6	14,3	13,3	13,6	11,5	10,5	11,9	10,4	12,9	12,8	11,9	14,2
20.	14,1	14,2	13,5	13,5	13,5	11,5	11,8	9,5	14	13,2	11,1	13,8
21.	13,7	13,5	12,8	13,5	14,3	12,4	12	12	13,6	13	12,1	13,8
22.	14,2	14,7	13	13,1	14,3	13,3	11,8	12,7	11,9	13,5	12,4	13,4
23.	13,9	14,4	13	13,7	14,3	11,9	12,5	12	13,5	12,3	14	13,2
24.	13,8	14,8	13,2	13,1	14,2	11,6	13,6	11,8	11	12,3	13,9	14,4
25.	13,4	14,6	12,8	13,3	12,9	11,4	13	12,6	13,6	12,8	12,7	14,1
26.	13,8	14,9	14,1	13,8	13,8	12,9	12,8	12,6	13,3	13,6	12,3	14,5
27.	13,9	12,8	12,1	12,4	12,8	12,5	12,4	12,6	13,4	12,8	14	13,8
28.	14,4	13	13,1	12,9	14,2	12	11,6	12,9	13,1	13,6	15,2	13,8
29.	13,4		13,7	12,7	13,8	13,3	11,6	13,5	13,3	13,6	14,6	13,5
30.	13,4		12,4	12,7	13,9	13,7	11,8	11,4	13,5	13,6	14,7	14,7
31.	13,5		13,4		13,1		11,5	13,2		13,5		14,7

Pro me dio	13,58	13,97	13,19	13,27	13,35	12,38	12,37	11,60	12,75	12,44	13,11	13,37
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Datos por mes de la temperatura ambiente del CIITT-2020

	TEMPERATURA AMBIENTE CIITT [°C]											
	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
1.	16,3	14,4	15,1	15,2	14,3	13,2	14,8	12,6	12,2	14,3	12,3	14,06
2.	15,2	13,9	14,3	12,8	15,2	13,8	15,3	13,5	12,1	15,7	12,4	14,02
3.	15	14,4	13,4	14,9	13,8	13,5	16,1	14,3	13,7	14,3	14,4	14,35
4.	14,2	14,7	15,7	15,2	13	13,5	13,5	14,3	14,2	13,9	15,1	14,30
5.	14,6	15,7	16,2	14,4	14,1	12,4	13,1	13,4	13,6	14,6	13,8	14,17
6.	15,6	15,3	15	15,3	12,8	13,6	14,1	14,8	13,9	14,4	13,2	14,36
7.	14,8	13,9	14,3	13,9	14,6	14	13,4	15,1	13,6	14,8	15	14,31
8.	15,8	13,3	15,2	14,8	15,2	11,9	14,2	15,6	14,2	16,5	15,9	14,78
9.	13,8	13,5	15,9	15,8	15,7	15	14,5	13,1	15	15,2	15	14,77
10.	14,7	15,2	14,8	14,7	14,6	13,7	12,8	15,4	16,8	15,2	15,7	14,87
11.	14,2	16,1	16,2	14,2	14	14,7	13,1	13,8	15,1	16,5	15,8	14,88
12.	16,5	16,4	15	14,6	14	14	12,7	14,6	14,8	13	15,6	14,65
13.	15,6	16,2	16,1	16	14,4	13,6	15,4	15,4	15,4	14,1	15,6	15,25
14.	17,2	17,1	14,7	12,2	13,9	14,7	15,6	12	15,2	14	15,5	14,74
15.	17,4	15,3	15,1	14,8	14,4	16,4	14,7	12,1	16,9	12,2	14,2	14,86
16.	14,6	16,5	15,3	14,5	15,5	14,7	12,9	13,2	15,4	13,7	15,1	14,67
17.	13,6	16,8	13,2	12,9	15,1	13,8	13,3	13,4	16,3	14,6	13,7	14,25
18.	12,1	14,8	11,8	12,4	12,8	14	10,7	15,5	13,7	12,9	14,1	13,16
19.	14,1	12,9	12,5	13,7	14,6	12,1	15,4	13,1	14,6	13,3	14,2	13,68
20.	13,3	13,2	11,3	15,3	13,8	11	15	13,2	13,6	14,5	14,5	13,52
21.	12,6	14,9	12,5	14,1	14,2	11,4	14,7	13,1	15,6	15,6	13,8	13,86
22.	13	15,5	11,8	14	15,6	13,1	10,8	14,1	15,6	14,1	14,8	13,85
23.	13,5	16,1	13,8	14	14,4	9	12	15,5	14,6	13,5	13,3	13,61
24.	11,6	15,3	14,9	13,4	15,3	11,8	14,1	13,4	15,7	13,7	12,5	13,79
25.	15	15,4	13,8	13,3	14,5	12	14	13,4	15	14	15	14,13
26.	14,9	16	13,8	13,3	15,1	11,4	13,2	14,3	14,8	16	14,28	14,28
27.	12,7	16,5	16,1	14,6	14,3	13,2	11,9	15,8	15,5	14,9	14,55	14,55
28.	13,5	15,5	14,4	14	13,4	11,8	13,3	13,2	16	15,5	14,06	14,06
29.	14,6		13,1	13,2	13,7	13,5	12,6	13	16,9	13,7	13,8	13,81
30.	14,6		14,7	15	14,9	15,3	11,2	13	12,8	12,6	13,7	13,79
31.	13,7		13,3		14,3		10,7	13,1		14,1	13,2	13,20
Pro me dio	14,46	15,17	14,3	14,21	14,37	13,20	13,51	13,88	14,76	14,36	14,32	14,23

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Datos de la temperatura ambiente por mes del CIITT 2019-2020.

Mes	2019 [°C]	2020 [°C]
Enero	13,588	14,461
Febrero	13,978	15,171
Marzo	13,196	14,3
Abril	13,278	14,216
Mayo	13,353	14,37
Junio	12,385	13,203
Julio	12,378	13,519
Agosto	11,607	13,88
Septiembre	12,75	14,76
Octubre	12,446	14,367
Noviembre	13,114	14,42
Diciembre	13,375	14,23
Promedio	12,95	14,24

Fuente: Elaboración propia

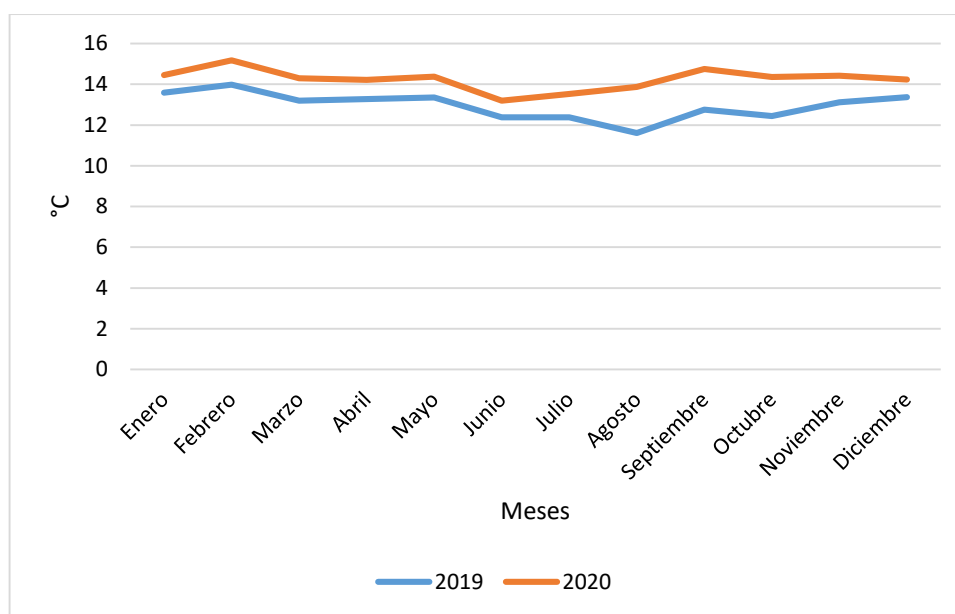


Figura 15. Temperatura ambiente de los periodos 2019 -2020 del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.

Fuente: Elaboración propia

Los cambios en la temperatura ambiente no son relevantes. En el año 2019, su máximo se situó en 13,97°C y su mínimo en 11,61°C. por el contrario, en el 2020 la temperatura se elevó hasta 15,17 °C durante los primeros dos meses del periodo y se redujo a 13,2 °C en el mes de junio.

## 4.2.2 Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción.

Tabla 5. Datos de la temperatura por mes de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción -2019.

TEMPERATURA AMBIENTE UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN [°C]												
	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
1.		14,6	12,1	14,3	13,4	12	12,8	11,2	12,1	12,2	13,1	14,9
2.		13,9	12,2	12,6	13,4	12,7	12,6	10,9	13,6	11,6	14,7	14,5
3.		14,2	12,4	12,4	12,9	13,6	14,2	11,4	13,5	11,9	14,5	14,3
4.		13,6	12,9	13,2	14	13,7	14,3	11,9	12,5	11,9	13,3	12,9
5.		12,7	12,8	13,6	14,4	12	12,8	11,7	13,1	13	13,3	12,3
6.		11,9	13,9	12,9	13,6	12,3	12,5	11,3	11,9	12,6	13,8	13,8
7.	12,3	14,1	14,2	12,7	13,7	14,2	11,8	12,3	11,3	12,6	14	13,1
8.	12,1	14,2	13,5	12,8	12	13,3	12	12,3	12,2	12,6	13,6	13,4
9.	13,2	13,9	12,2	13,4	12,9	12,7	12,6	11,9	11,8	12,6	13,9	13,1
10.	13,4	14,5	12,6	13,4	13,4	12,4	12,3	12,2	13,9	12,5	13	12,9
11.	14	14,5	13,3	12,8	13,2	13	12,5	13,1	12,9	12,8	12,6	13
12.	14,1	14	13,5	13,8	13	13,9	12,5	11,7	12	11,7	12,6	12,3
13.	<b>13,1</b>	13,9	14,8	13,1	13,2	13,6	11,7	11,2	12	12,1	11,5	12,6
14.	13,4	14,3	13,5	13,5	12,6	12	10,9	10,9	12,9	11,2	11,4	11,7
15.	14,1	13,8	13,6	13,4	13,3	11,2	11,9	11,7	11,6	11,5	11,5	11,9
16.	13,7	14,9	14,1	13,3	12,8	12	12,6	9,8	13,8	11	13,7	12,4
17.	14,1	13,8	13,6	13,6	13,3	11,6	11,4	11,4	12,7	12,2	13,9	13,1
18.	13,1	13,4	14,3	14,1	13	10,6	11,9	9	12,9	12,6	13,2	13,3
19.	13,6	14,3	13,3	13,6	12,9	10,5	11,8	10,4	12,9	12,8	11,9	14,2
20.	14,1	14,2	13,5	13,5	13,5	11,5	11,8	9,5	14	13,2	11,1	13,8
21.	13,7	13,5	12,8	13,5	14,3	12,4	12	12	13,6	13	12,1	13,8
22.	14,2	14,7	0	13,1	14,3	13,3	11,8	12,7	11,9	13,5	12,4	13,4
23.	13,9	14,4	13	13,7	14,3	11,9	12,5	12	13,5	12,3	14	13,2
24.	13,8	14,8	13,2	13,1	14,2	11,6	13,6	11,8	14	12,3	13,9	14,4
25.	13,4	14,6	12,8	13,3	12,9	11,4	13	12,6	13,6	12,8	12,7	14,1
26.	13,8	14,9	14,1	13,8	13,8	12,9	12,8	12,6	13,3	13,6	12,3	14,5
27.	13,9	12,8	12,1	12,4	12,8	12,5	12,4	12,6	13,4	12,8	14	13,8
28.	14,4	13	13,1	12,9	14,2	12	11,6	12,9	13,1	13,6	15,2	13,9
29.	13,4		13,7	12,7	13,8	13,3	11,7	13,5	13,3	13,6	14,6	13,5
30.	13,4		12,4	12,7	13,9	13,7	11,8	11,4	13,5	13,6	14,7	14,7
31.	13,5		13,4		13,1		11,5	13,2		13,5		14,7
PR	13,588	13,978 57	12,7642 9	13,278 6	13,403 57	12,385 71	12,3 786	11,607 14	12,857 14	12,446 4	13,114 3	13,378 57

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Datos de la temperatura por mes de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción-2020.

TEMPERATURA AMBIENTE UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN [°C]												
	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
1.	16,3	14,4	15,1	15,2	14,3	13,2	14,8	12,6	12,2	14,3	12,3	14,06
2.	15,2	13,9	14,3	12,8	15,2	13,8	15,3	13,5	12,1	15,7	12,4	14,02
3.	15	14,4	13,4	14,9	13,8	13,5	16,1	14,3	13,7	14,3	14,4	14,35
4.	14,2	14,7	15,7	15,2	13	13,5	13,5	14,3	14,2	13,9	15,1	14,30
5.	14,6	15,7	16,2	14,4	14,1	12,4	13,1	13,4	13,6	14,6	13,8	14,17
6.	15,6	15,3	15	15,3	12,8	13,6	14,1	14,8	13,9	14,4	13,2	14,36
7.	14,8	13,9	14,3	13,9	14,6	14	13,4	15,1	13,6	14,8	15	14,31
8.	15,8	13,3	15,2	14,8	15,2	11,9	14,2	15,6	14,2	16,5	15,9	14,78
9.	13,8	13,5	15,9	15,8	15,7	15	14,5	13,1	15	15,2	15	14,77
10.	14,7	15,2	14,8	14,7	14,6	13,7	12,8	14,4	16,8	15,2	15,7	14,78
11.	14,2	16,1	16,2	14,2	14	14,7	13,1	13,8	15,1	16,5	15,8	14,88
12.	14,5	16,4	15	14,6	14	14	12,7	14,6	14,8	13	15,6	14,47
13.	15,6	16,2	16,1	16	14,4	13,6	15,4	15,4	15,4	14,1	15,6	15,25
14.	17,2	17,1	14,7	12,2	13,9	14,7	15,6	12	15,2	14	15,6	14,75
15.	17,4	15,3	15,1	14,8	14,4	16,4	14,7	12,1	16,9	12,2	14,2	14,86
16.	14,6	16,5	15,3	14,5	15,5	14,7	12,9	13,2	15,4	13,7	15,1	14,67
17.	13,6	16,8	13,2	12,9	15,1	13,8	13,3	13,4	16,3	14,6	13,7	14,25
18.	12,1	14,8	11,8	12,4	12,8	14	10,7	15,5	13,7	12,9	14,1	13,16
19.	14,1	12,9	12,5	13,7	14,6	12,1	15,4	13,1	14,6	13,3	14,2	13,68
20.	13,3	13,2	11,3	15,3	13,8	11	15	13,2	13,6	14,5	14,5	13,52
21.	12,6	14,9	12,5	14,1	14,2	11,4	14,7	13,1	15,6	15,6	13,8	13,86
22.	13	15,5	11,8	14	15,6	13,1	10,8	14,1	15,6	14,1	14,8	13,85
23.	13,5	16,1	13,8	14	14,4	9	12	15,5	14,6	13,5	13,3	13,61
24.	11,6	15,3	14,9	13,4	15,3	11,8	14,1	13,4	15,7	13,7	12,5	13,79
25.	15	15,4	13,8	13,3	14,5	12	14	13,4	15	14	15	14,13
26.	14,9	16	13,8	13,3	15,1	11,4	13,2	14,3	14,8	16	14,28	14,28
27.	12,7	16,5	16,1	14,6	14,3	13,2	11,9	15,8	15,5	14,9	14,55	14,55
28.	13,5	15,5	14,4	14	13,4	11,8	13,3	13,2	16	15,5	14,06	14,06
29.	14,6		13,1	13,2	13,7	13,5	12,6	13	16,9	13,7	13,81	13,81
30.	14,6		14,7	15	14,9	15,3	11,2	13	12,8	12,6	13,79	13,79
31.	13,7		13,3		14,3		10,7	13,1		14,1	13,2	13,20
PR	14,39	15,17	14,3	14,21	14,37	13,20	13,51	13,84	14,76	14,36	14,33	14,25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Datos de la temperatura por mes, promedio de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción 2019-2020.

Mes	2019 [°C]	2020 [°C]
Enero	13,588	14,396
Febrero	13,978	15,171
Marzo	12,764	14,3
Abril	13,278	14,216
Mayo	13,403	14,37
Junio	12,385	13,203
Julio	12,378	13,519
Agosto	11,607	13,848
Septiembre	12,857	14,76
Octubre	12,446	14,367
Noviembre	13,114	14,424
Diciembre	13,37	14,22
Promedio	12,93	14,23

Fuente: Elaboración propia

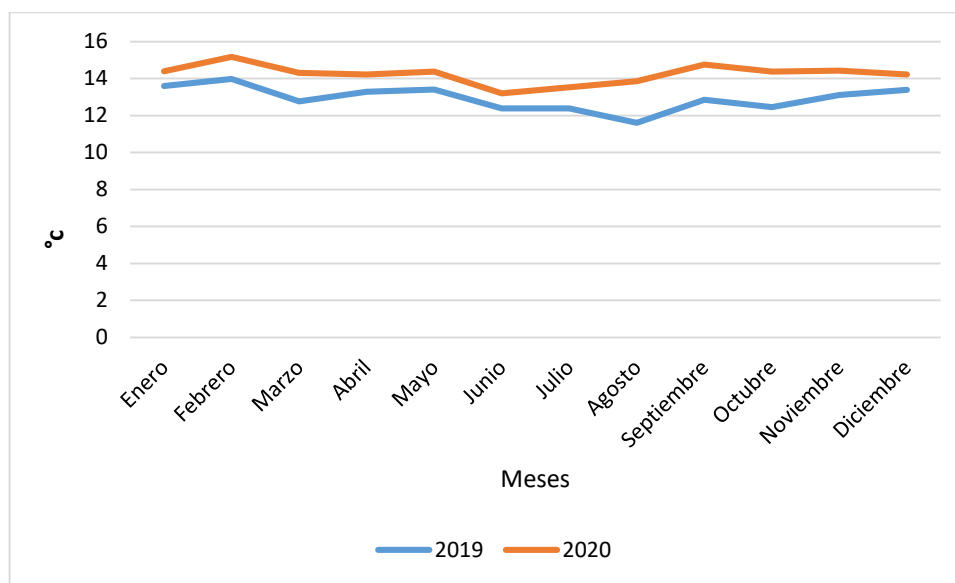


Figura 16. Temperatura ambiente de los periodos 2019 -2020 de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción.

Fuente: Elaboración propia

La Figura 16, indica que la temperatura ambiente en la unidad académica se localizó en 14,76 °C durante el mes de febrero y en 13,20 °C en junio, siendo la temperatura más baja del año 2020. Pero, en el 2019 la temperatura máxima alcanzó 13,38 °C y la mínima 11,61 °C, durante todo el año se mantuvo estable.

### 4.2.3 Jefatura de Posgrados de la UCACUE.

Tabla 8. Datos por mes de la temperatura de la Jefatura de Posgrados-2019.

2019												
TEMPERATURA AMBIENTE [°C]												
Día	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-24	Ago-19	Sep-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
1		17	14,5	16,1	15,8	13,9	14,7	13,1	14,1	14,3	14,9	17,1
2		16,3	14,4	14,7	15,3	14,7	14,6	12,5	15,7	13,9	16,8	16,9
3		16,7	14,7	14,8	14,8	15,7	16,8	13,3	15,5	13,4	16,8	16,9
4		16,1	15,4	15,5	16,1	16,1	16,9	13,9	14,4	13,7	15,9	15
5		14,9	15,2	15,6	17	14,2	15,6	13,7	14,9	14,6	15,8	14,9
6		14,1	16,5	15,2	15,9	14,4	15,3	13,3	13,5	14,4	16	16,4
7		16,5	16,5	14,9	15,9	16,2	13,9	14,1	12,8	15	16,2	15,4
8	15,3	16,3	15,5	14,9	14	15,1	14,1	14,3	14,2	14,8	15,4	15,9
9	15,7	15,9	14,1	14,9	15	14,9	14,9	14,5	13,16	14,7	16	15,5
10	15,8	16,4	15,2	15,3	15	14,7	14,4	14,5	16	14,3	15,2	15,3
11	16,1	16,6	15,9	14,5	15,6	15,3	14,4	15,1	15,12	14,8	15,1	15,6
12	16,8	16,1	16	15,8	15	15,7	14,4	13,7	14,9	13,5	14,8	14,4
13	15,3	16	16,9	15,2	15	15,9	13,6	13,4	14,3	14	14,4	14,9
14	15,7	16,7	16	15,4	14,3	14,4	12,8	12,7	15,3	13,5	14,1	14,4
15	16,2	16,3	15,8	15,6	15,7	13,5	14	13,8	15,6	13,4	14,1	14,5
16	14,9	17,2	16	14,9	15,2	14,6	15,1	11,8	15,5	12,9	15,8	14,7
17	16	15,9	16,5	15,6	15,5	14	13,9	13,4	15,1	14,2	16,6	15,2
18	15,1	16,1	15,5	16	15,4	12,9	14,1	11,1	14,7	14,5	15,1	15,6
19	15,7	17	15,5	15,6	15,1	12,8	14,1	12,6	15,3	14,9	14,6	16,2
20	16,1	16,6	15	15,9	15,8	13,4	13,7	11,5	16,1	15,6	14,3	15,8
21	16,1	15,9	15	16,4	16,6	14,6	14,6	13,9	15,5	15,4	14,4	16,2
22	17,1	16,9	15,3	14,9	16,6	15,6	13,1	14,5	14	16	15	15,4
23	16,2	16,3	15,6	16,5	16	13,7	14,5	13,2	15,6	14,5	16,1	14,8
24	16,3	16,9	15,6	15,3	16,2	13,6	15,6	13,8	16,1	14,4	15,9	15,9
25	16,1	17,2	24,9	15,7	14,8	13,3	15,5	14,6	16	15,1	15,7	16,3
26	16,3	17,3	16,6	15,8	15	14,7	14,4	15,1	15,5	15,6	15	16,3
27	16,1	15	13,9	14,8	14,9	14,3	14,8	14,6	15,5	15,3	16,6	15,9
28	16,4	15	15,4	15,2	16,2	15,2	14	14,9	15,2	16,1	17,4	16,8
29	15,9		15,7	15,2	16	15,2	13,8	15,2	15,4	16	16,9	16,2
30	16		14,5	15	16,5	16,2	14,1	13,4	15,4	15,8	16,7	16,8
31	15,7		15,8		15,3		13,6	14,4		16,1		16,6
Pr	15,954	16,257	15,787	15,373	15,532	14,627	14,494	13,674	15,013	14,668	15,587	15,735

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Datos por mes de la temperatura de la Jefatura de Posgrados-2020.

	2020											
	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Sep-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
1	16,7	14,8	15,9	15,7	16,4	14,4	16	14	13,5	16,6	15,1	15
2	15,9	15,5	15,5	14,8	16,1	15,6	16	14,7	13,6	16,6	14,1	15,3
3	16,1	15,4	15,9	15,5	15,6	14,8	15,8	15,6	14,1	15,7	15,5	15,45
4	15,3	15,8	16,7	15	15	14,5	15,6	15,4	15	14,9	15,5	15,33
5	15,3	17	16,2	15,9	15,7	13,7	15,3	15,3	13,7	15,8	15,9	15,43
6	16	16,7	16,6	16,4	14,6	14,7	15,4	16	14,9	15,4	15,5	15,65
7	15,8	16,4	15,7	15,5	14,9	14,5	15,3	14,6	14,9	14,8	15,6	15,27
8	16,2	16,1	16,6	15,9	15,6	14,1	15,7	15,9	14,8	15,3	16,5	15,7
9	15,1	16,2	16,7	16,5	16,4	15,4	15,8	14,7	14,7	16,1	16,3	15,8
10	15,3	16,4	16,5	16,3	16,8	15,3	15,7	15,7	14,9	16,7	16,5	16
11	15,6	16,9	16,6	16,2	15,8	15,9	14,7	15,3	15,4	17,1	16,4	15,99
12	16,4	16,8	16,8	16,3	15,8	15,4	14,9	15,5	14,9	15,8	16,3	15,9
13	16,1	17	17,2	16,6	15,8	15,1	15,6	15,6	14,5	15,5	16,6	15,96
14	16,7	17,6	16,9	14,4	15,5	15,2	14,4	14,6	14,6	15,8	16,5	15,65
15	17,4	16,6	16,4	15,6	16,2	15,9	14,6	13,8	15,1	15	15,8	15,67
16	17	16,7	16,6	15,7	16,1	15,6	14,7	14,7	16,6	15,2	16,7	15,97
17	15,6	16,9	15,5	15,4	16,3	15	14	13,9	16,6	15,8	16,2	15,576
18	14,2	16	14,2	15,2	15,5	14,9	12,5	15	15,7	14,7	16,2	14,91
19	14,8	15,8	15	15,6	15,8	14,2	15,1	13,3	15,7	15,1	15,8	15,1
20	15,3	14,9	13,3	16,2	15,3	13,5	15,6	14,9	15,7	15,5	16,9	15,19
21	15,1	14,9	15,2	15,8	15,4	12,8	14,5	14,8	15,1	16	16,1	15,06
22	15,2	16,2	14,1	15,8	15,1	14,3	12,7	13,9	15,8	15	16,1	14,92
23	14,6	17,1	14,7	15,7	15,5	12,4	13,2	15,5	15,3	15,4	15,9	15,02
24	14	16,2	16,1	15,2	16,4	12,3	14,3	15,3	15,8	15,7	15,4	15,14
25	15,2	16,3	15	14,9	15,9	13,7	15,2	14,8	15,5	15,1	16,6	15,29
26	15,8	16,8	15,4	14,7	16	13,3	14,7	14,1	15,9	15,8	15	15,25
27	15	17,2	16,8	15,8	15,5	14,1	13,8	14,9	16,3	15,8	15,3	15,52
28	15,4	16,1	16,2	15,3	14,4	14,1	14,2	14,5	16,5	16,6	16	15,33
29	15,5		14,4	15,1	15,5	13,9	14,1	14	16,7	15,3	15	14,94
30	16		15,7	16,2	16,3	15,3	13,1	13,8	15,4	15,3	15,4	15,23
31	15,2		15,1		15,6		12,7	14		16,2	15,4	14,8
PR	15,606	16,296	15,790	15,640	15,703	14,463	14,684	14,777	15,240	15,665	15,874	15,44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Datos promedio por mes de la temperatura de la Jefatura de Posgrados de los años 2019-2020.

Mes	2019 [°C]	2020 [°C]
Enero	15,95	15,6
Febrero	16,25	16,29
Marzo	15,78	15,79
Abril	15,37	15,64
Mayo	15,53	15,7
Junio	14,62	14,46
Julio	14,49	14,68
Agosto	13,67	14,77
Septiembre	15,01	15,24
Octubre	14,66	15,66
Noviembre	15,58	15,87
Diciembre	15,73	15,44
Promedio	15,22	15,42

Fuente: Elaboración propia

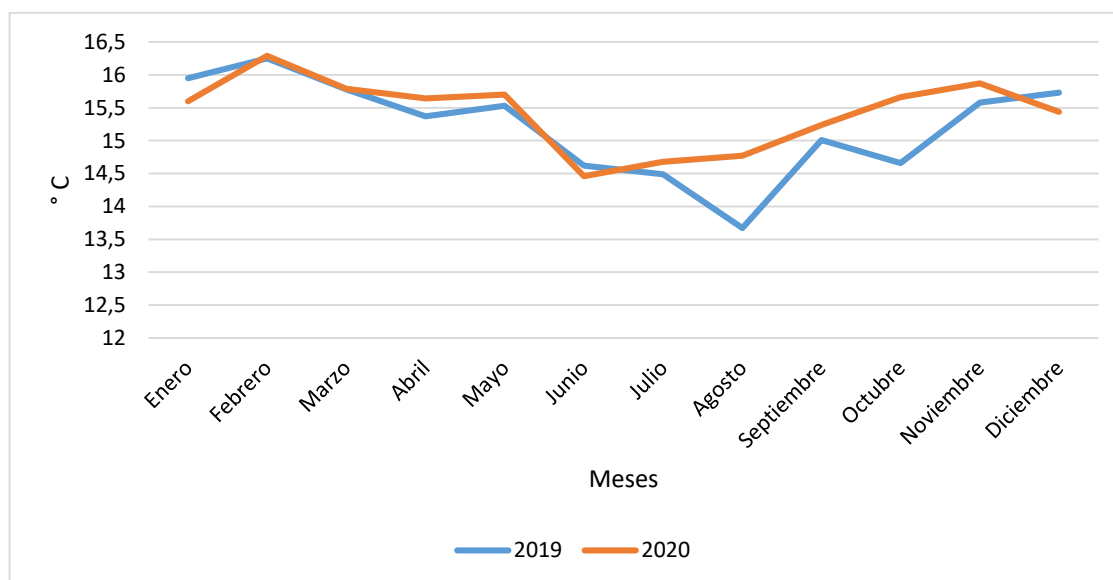


Figura 17. Temperatura ambiente de los periodos 2019 -2020 de la Jefatura de Posgrados de la UCACUE.

Fuente: Elaboración propia

Según los datos de la gráfica para el año 2019, el primero mes empezó con 15,6°C pero fue disminuyendo hasta llegar a un punto mínimo de 13,67°C para el mes de agosto, a partir de este punto descendió de nuevo durante los meses posteriores. El año 2020, tuvo un pico máximo de 16,29 °C y un mínimo de 14,46 °C. Los demás meses se mantuvieron por encima de 14,77°C.

### 4.3 Resultado de las gráficas de la variable de la velocidad del viento

Como se indicó en la variable de temperatura, para la velocidad de viento se usa el mismo equipo meteorológico de la UCACUE, que nos permite obtener los siguientes datos:

#### 4.3.1 Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.

Tabla 11. Datos por mes de la velocidad del viento del CIITT -2019.

	VELOCIDAD DEL VIENTO CIITT [m/s]											
	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
1.		2,6	3,1	3,3	2,4	1,1	1,4	1,8	2,6	2,9	1,7	2,8
2.		2,2	2,4	2,7	2	1,7	2,2	1,9	2,1	2,8	2	3,4
3.		2,3	2,9	1,5	1,4	1,6	2,4	2,4	3,4	1,9	2	3,1
4.		2,9	3,1	1,6	1,8	1,7	2,4	2	2,5	1,7	2,1	1,4
5.		2,5	1,9	2,4	2,6	1,7	2,1	2,8	3,4	1,8	2	1,7
6.		2,9	2,4	2,5	1,8	1,4	2,1	2,3	2,8	1,6	1,4	2,4
7.	3,4	2,8	2,1	2	1,8	2,2	2,2	2,6	3,6	1,5	1,6	2
8.	2,4	2,6	2,3	2,2	1,6	2,4	2,9	3,1	3,8	2,1	1,6	2,3
9.	2,5	2,1	1,2	2,3	1,5	2,3	3,6	3,8	3,2	1,9	1,9	3,5
10.	2,2	2,1	2,6	2,9	2,1	2,5	1,9	1,9	2,3	1,6	1,6	2,7
11.	1,9	2,5	2,8	2,5	2,6	3,1	2,7	2	1,7	1,7	2,1	2,8
12.	1,8	2,3	2,7	2,2	1,1	3,2	2,1	3	1,3	1	2,8	1,5
13.	2,5	2,2	1,7	2,8	2,2	2,5	2,9	3,1	1,3	1,3	3,3	2,4
14.	2,9	2,4	2,1	2,7	1,7	2,7	2,9	3	1,8	1,3	2,9	3,4
15.	2,2	2,4	2,2	1,4	2,1	4	3,1	3,4	2	1,6	2	2,4
16.	2	2,7	2,2	0,7	1,6	3,9	0	2,6	2,4	0,8	2,2	2,4
17.	2,7	2,2	2,2	1,8	1,9	3,2	3,5	4,1	2,3	1,1	2,1	2,3
18.	3,3	3	2	1,9	2,3	3,4	2,3	2,3	1,6	1,4	2,1	2,3
19.	2,2	2,8	3,2	1,4	1,8	3,6	2,9	3	2	2	3	2,2
20.	2,6	2,5	2,8	3	1,9	3	2,8	2,4	1,6	1,6	3,1	2,3
21.	2,5	2,2	1,5	1,2	1,9	3,2	2,2	1,7	1,5	1,6	2	2,5
22.	2,2	1,8	2,5	1,4	2,1	3,5	3	1,5	1,5	1,7	2,6	2,7
23.	2,5	2,1	1,9	1,4	2	2,5	2,7	2,5	1,3	1,4	2	4,1
24.	2,5	2,1	2,1	1,3	1,9	1,3	2,8	2,2	2,9	2,1	2,5	3
25.	3,1	2,8	2	1,7	2,1	0,9	2,7	1,9	2,3	2,4	3,1	2,5
26.	4	2,3	2,1	1,8	2,3	2,1	2	2	1,9	2,4	2,3	2,6
27.	2,3	1,2	1,6	1,4	2,3	1,5	1,6	1,7	3,2	2	2,1	2,3
28.	2,1	2,5	1,7	1,6	2,6	2,6	0	2,5	2,7	2,4	2,5	1,4
29.	2,4		2	1,5	1,7	3,4	0	4,5	2,7	1,9	3	2,2
30.	2,5		3	1,4	1,7	2,1	0	3,1	3,7	2,1	2,5	2
31.	3		2,2		1,7		2,5	3,9		2,8		2
PR	2,54	2,39	2,26	1,98	1,97	2,45	2,33	2,48	2,32	1,77	2,23	2,51

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Datos por mes de la velocidad del viento del CIITT -2020.

	Velocidad del viento CIITT [m/s]											
	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
1.	3	3,7	3,3	2,2	1,6	2,5	3,6	2,9	2,6	3,2	4,1	2,97
2.	3,7	4,9	1,9	2	3,3	3,9	4,2	2,8	3,1	2,3	4,7	3,35
3.	3,6	3,8	2,2	1,9	2,5	3,4	3,7	3,4	3,1	3,5	3,8	3,17
4.	3,5	3,1	2,8	2,5	1,4	3,6	2,7	3,4	2,6	5,3	3,7	3,15
5.	3,1	2,7	2,6	2	2,2	3,9	2,1	4,1	3,5	3	3,7	2,99
6.	3,3	3,9	2,9	4	2,7	2,6	1,2	3,5	3,3	3,2	1,9	2,95
7.	3,2	4,5	3,7	3,1	2,9	2,7	1,5	2,8	3	2,5	1,8	2,88
8.	3,9	3,7	5,4	1,9	3,5	0,9	2,3	3	3,6	2,1	1,8	2,92
9.	5,3	4,9	4	3,4	4	1,9	3,9	1,4	3,7	3,4	2,4	3,48
10.	4,1	3,1	2,4	2,9	3,2	1,3	3,8	2,7	2,4	3,2	3,5	2,96
11.	4,1	3	3,6	3,4	4,2	3,4	3,8	3,8	4,1	3,1	3,8	3,66
12.	2,9	3,6	2,3	2,5	4,3	3,1	2,1	3,3	3,8	2,2	3,3	3,04
13.	2,5	3,8	2,8	2,5	4,6	2	2,4	3,6	4,3	2	3,2	3,06
14.	2,9	3,9	2,2	1,1	1,9	2	2,3	3	3,1	1,7	2,8	2,45
15.	2,1	3,4	2,7	2	2,2	4,3	2,3	2,8	3,9	1,7	2	2,67
16.	3,3	3,1	2,7	2,7	2,8	4,1	3,2	3,3	3	1,6	3,2	3,00
17.	2,7	3,4	2,6	1,9	3,6	3,3	3	2,9	2,4	2,9	32,6	5,57
18.	2,6	4	1,3	1,2	1,6	4,1	1,4	4,6	1,6	3,1	3	2,59
19.	2,6	5,4	3,5	2,3	3,1	3	2	3,2	3,1	2,3	3,2	3,06
20.	3	5,3	1,5	1,9	1,7	2,2	2	3,1	1,8	1,8	4,3	2,60
21.	2,2	3,9	3,6	2,7	1,8	2,7	2,2	2,4	3,1	2,5	3,7	2,80
22.	2,9	3,3	1,4	3,3	2,7	4	3,4	3,1	2,8	1,2	2,1	2,75
23.	2,1	3,4	2	2,7	2,7	2,4	2,8	3,5	3,6	2,1	1,6	2,63
24.	1,4	2,4	3,1	2,2	3	4,5	3,9	2,2	3,6	1,8	2,2	2,75
25.	2,3	1,8	2,2	3,8	2,1	3,8	3,7	2,7	3,1	2	2,3	2,71
26.	3,6	2,3	2,8	3,2	2,5	4	3,3	2,8	3	2,6	3,01	3,01
27.	2,1	3,4	3	3,3	2,4	4,7	3,7	2,9	3,7	2,5	3,17	3,17
28.	1,3	2,4	3,2	3,1	1	4,2	3,1	4,5	3,5	2,2	2,85	2,85
29.	3,9		2,4	1,6	1,6	3,8	3,4	3,2	3,3	1,6	2,76	2,76
30.	2,2		3,3	1,8	1,4	3,3	3,1	3,8	3,3	3,3	2,83	2,83
31.	2,5		2		2,8		3,1	4		4,3	3,12	3,12

Promedio	2,96	3,58	2,75	2,50	2,62	3,19	2,88	3,18	3,17	2,59	3,95	3,03
----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Datos promedio por mes de la velocidad del viento del CIITT 2019- 2020.

Meses	2019 [m/s]	2020 [m/s]
Enero	2,548	2,964
Febrero	2,392	3,575
Marzo	2,26	2,754
Abril	1,985	2,503
Mayo	1,978	2,622
Junio	2,457	3,186
Julio	2,335	2,877
Agosto	2,482	3,183
Septiembre	2,321	3,166
Octubre	1,771	2,587
Noviembre	2,235	4,188
Diciembre	2,514	4,188
Promedio	2,273	3,149

Fuente: Elaboración propia

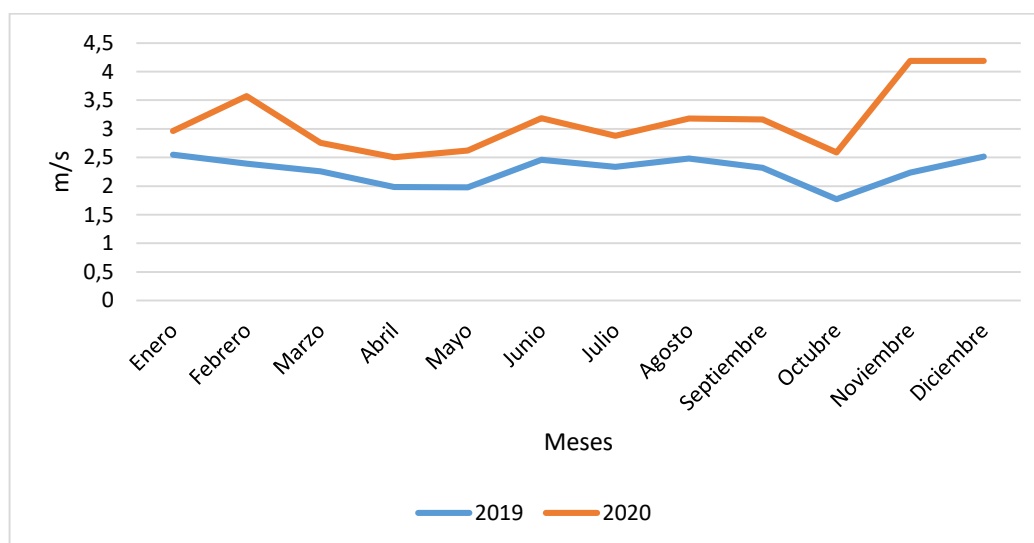


Figura 18. Velocidad de viento de los periodos 2019 -2020 del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.

Fuente: Elaboración propia

La figura 18, revela que durante el periodo 2019 los niveles de temperatura se mantuvieron constantes, donde su pico se halló en 2,54°C para el mes de enero y su mínimo fue de 1,77°C para el mes de octubre. Sin embargo, para el año 2020, su valor

más elevado se situó en 4,18°C en noviembre y diciembre y el mes de abril fue el que expuso una disminución con 2,50°C.

### 4.3.2 Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción.

Tabla 14. Datos por mes de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción -2019.

VELOCIDAD DEL VIENTO DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN [m/s]												
	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
1.		2,6	3,1	3,3	2,4	1,1	1,4	1,8	2,6	2,9	1,7	2,8
2.		2,2	2,4	2,7	2	1,7	2,2	1,9	2,1	2,8	2	3,4
3.		2,3	2,9	1,5	1,4	1,6	2,4	2,4	3,4	1,9	2	3,1
4.		2,9	3,1	1,6	1,8	1,7	2,4	2,1	2,5	1,7	2,1	1,4
5.		2,5	1,9	2,4	2,6	1,7	2,1	2,8	3,4	1,8	2	1,7
6.		2,9	2,4	2,5	1,8	1,4	2,1	2,3	2,8	1,6	1,4	2,4
7.	3,4	2,8	2,1	2	1,8	2,2	2,2	2,6	3,6	1,5	1,6	2
8.	2,4	2,6	2,3	2,2	1,6	2,4	2,9	3,1	3,8	2,5	1,6	2,3
9.	2,5	2,5	1,2	2,3	1,5	2,3	3,6	3,8	3,2	1,9	1,9	3,5
10.	2,2	2,1	2,6	2,9	2,1	2,5	1,9	1,9	2,3	1,6	1,6	2,7
11.	1,9	2,5	2,8	2,5	2,6	3,1	2,7	2	1,7	1,7	2,1	2,8
12.	1,8	2,3	2,7	2,2	1,1	3,2	2,1	3	1,3	1	2,8	1,5
13.	2,5	2,2	1,7	2,8	2,2	2,5	2,9	3,1	1,3	1,3	3,3	2,4
14.	2,9	2,4	2,1	2,7	1,7	2,7	2,9	3	1,8	1,3	2,9	3,4
15.	2,2	2,4	2,2	1,4	2,1	4	3,1	3,4	2	1,6	2	2,4
16.	2	2,7	2,2	0,7	1,6	3,9	0	2,6	2,5	0,8	2,2	2,4
17.	2,7	2,2	2,2	1,8	1,9	3,2	3,5	4,1	2,3	1,1	2,1	2,3
18.	3,2	3	2	1,9	2,3	3,4	2,3	2,3	1,6	1,4	2,1	2,3
19.	2,2	2,8	3,2	1,4	1,8	3,6	2,9	3	2	2	3	2,2
20.	2,6	2,5	2,8	3	1,9	3	2,8	2,4	1,6	1,6	3,1	2,3
21.	2,5	2,2	1,5	1,2	1,9	3,2	2,2	1,7	1,5	1,6	2	2,5
22.	2,2	1,8	0	1,4	2,1	3,5	3	1,5	1,5	1,7	2,6	2,7
23.	2,5	2,1	1,9	1,4	2	2,5	2,7	2,5	1,3	1,4	2	4,1
24.	2,5	2,1	2,1	1,3	1,9	1,3	2,8	2,2	2,9	2,1	2,5	3
25.	3,1	2,8	2	1,7	2,1	0,9	2,7	1,9	2,3	2,4	3,1	2,5
26.	3	2,3	2,1	1,8	2,3	2,1	2	2	1,9	2,4	2,3	2,6
27.	2,3	1,2	1,6	1,4	2,3	1,5	1,6	1,7	3,2	2	2,1	2,3
28.	2,1	2,5	1,7	1,6	2,6	2,6	0	2,5	2,7	2,4	2,5	1,4
29.	2,4		4,7	1,5	1,7	3,4	0	4,5	2,7	1,9	3	2,2
30.	2,5		3	1,4	1,7	2,1	0	3,1	3,7	2,1	2,5	2
31.	3		2,2		1,7		2,5	3,9		2,8		2
Promedio	2,50	2,41	2,17	1,99	1,98	2,46	2,34	2,49	2,33	1,79	2,24	2,51

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Datos por mes de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción -2020.

VELOCIDAD DEL VIENTO DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN												
	[m/s]											
	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
1.	3	3,7	3,3	2,2	1,6	2,5	3,6	2,9	2,6	3,2	4,1	2,97
2.	3,7	4,9	1,9	2	3,3	3,9	4,2	2,8	3,1	2,3	4,7	3,35
3.	3,6	3,8	2,2	1,9	2,5	3,4	3,7	3,4	3,1	3,5	3,8	3,17
4.	3,5	3,1	2,8	2,5	1,4	3,6	2,7	3,4	2,6	5,3	3,7	3,15
5.	3,1	2,7	2,6	2	2,2	3,9	2,1	4,1	3,5	3	3,7	2,99
6.	3,3	3,9	2,9	4	2,7	2,6	1,2	3,5	3,3	3,2	1,9	2,95
7.	3,2	4,5	3,7	3,1	2,9	2,7	1,5	2,8	3	2,5	1,8	2,88
8.	3,9	3,7	5,4	1,9	3,5	0,9	2,3	3	3,6	2,1	1,9	2,93
9.	5,3	4,9	4	3,4	4	1,9	3,9	1,4	3,7	3,4	2,4	3,48
10.	4,1	3,1	2,4	2,9	3,2	1,3	3,8	2,7	2,3	3,2	3,5	2,95
11.	4,1	3	3,6	3,4	4,2	3,4	3,8	3,8	4,1	3,1	3,8	3,66
12.	2,9	3,6	2,3	2,5	4,3	3,1	2,1	3,3	3,8	2,2	3,3	3,04
13.	2,5	3,8	2,8	2,5	4,6	2	2,4	3,6	4,3	2	3,2	3,06
14.	2,9	2,9	2,2	1,1	1,9	2	2,3	3	3,1	1,7	2,8	2,35
15.	2,1	3,4	2,7	2	2,2	4,3	2,3	2,8	3,9	1,7	2	2,67
16.	3,3	3,1	2,7	2,7	2,8	4,1	3,2	3,3	3	2,6	3,2	3,09
17.	2,7	3,4	2,6	1,9	3,6	3,3	3	2,9	2,4	2,9	2,6	2,85
18.	2,6	4	1,3	1,2	1,6	4,1	1,4	4,6	1,6	3,1	3	2,59
19.	2,6	5,4	3,5	2,3	3,1	3	2	3,2	3,1	2,3	3,2	3,06
20.	3	5,3	1,5	1,9	1,7	2,2	2	3,2	1,8	1,8	4,3	2,61
21.	2,2	3,9	3,6	2,7	1,8	2,7	2,2	2,4	3,1	2,5	3,7	2,80
22.	2,9	3,3	1,4	3,3	2,7	4	3,4	3,1	2,8	1,2	2,1	2,75
23.	2,1	3,4	2	2,7	2,7	2,4	2,8	3,5	3,6	2,1	1,6	2,63
24.	1,4	2,4	3,1	2,2	3	4,5	3,9	2,2	3,6	1,8	2,2	2,75
25.	2,3	1,8	2,2	3,8	2,1	3,8	3,7	2,7	3,1	2	2,3	2,71
26.	3,6	2,5	2,8	3,2	2,5	4	3,3	2,8	3	2,6	3,03	3,03
27.	2,1	3,4	3	3,3	2,4	4,7	2,7	2,9	3,7	2,5	3,07	3,07
28.	1,3	2,4	3,2	3,1	1	4,2	3,1	4,5	3,5	2,2	2,85	2,85
29.	3,9		2,3	1,6	1,6	3,8	3,4	3,2	3,3	1,6	2,74	2,74
30.	2,5		3,3	1,8	1,4	3,3	3,1	3,8	3,3	3,3	2,87	2,87
31.	2,5		2		2,8		3,1	4		4,3	3,12	3,12
Promedio	2,97	3,55	2,75	2,50	2,62	3,19	2,85	3,19	3,16	2,62	2,98	2,94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Datos de la velocidad del viento por mes, promedio de la Unidad académica de Ingeniería, Industria y Construcción 2019-2020.

Mes	2019 [m/s]	2020 [m/s]
Enero	2,504	2,974
Febrero	2,407	3,546
Marzo	2,171	2,751
Abril	1,985	2,503
Mayo	1,978	2,622
Junio	2,457	3,186
Julio	2,335	2,845
Agosto	2,485	3,187
Septiembre	2,325	3,163
Octubre	1,785	2,619
Noviembre	2,235	2,992
Diciembre	2,514	2,992
Promedio	2,265	2,948

Fuente: Elaboración propia

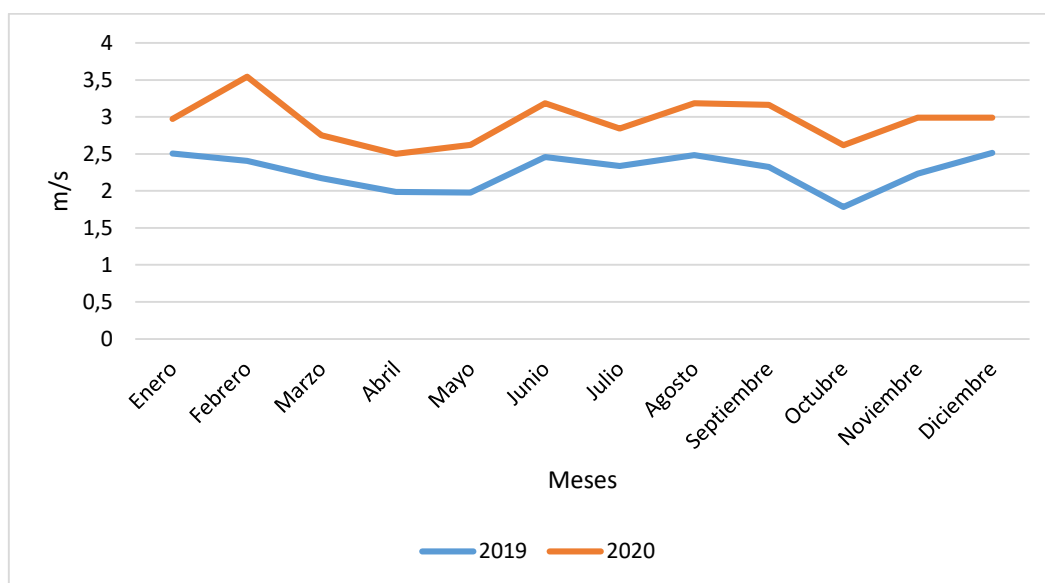


Figura 19. Velocidad de viento de los periodos 2019 -2020 de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción.

Fuente: Elaboración propia

Los cambios en la velocidad del viento son más evidentes en los meses de junio, octubre y diciembre para el periodo 2019, pero febrero, julio, octubre y diciembre presentaron oscilaciones significativas en sus indicadores.

### 4.3.3 Jefatura de Posgrados de la UCACUE.

Tabla 17. Datos por mes la velocidad del viento de la Jefatura de Posgrados -2019.

	2019		VELOCIDAD DE VIENTO									
	Ene ro	Febr ero	Mar zo	Abr il	May o	Jun io	Julio	Agos to	Septiem bre	Octu bre	Noviem bre	Diciem bre
1		2,3	1,8	2,4	1,6	1,1	1,7	1,4	2,2	2,6	1,3	2,4
2		1,7	1,5	1,6	1,3	1,3	2	1,5	2,3	2	1,9	2,8
3		1,6	1,7	1,6	0,9	1,9	2,2	2	2,5	1,7	1,7	2,3
4		2,2	2,2	1,6	1,7	1,7	2,4	2,1	1,9	1,6	1,5	1,5
5		1,8	1,2	2	1,7	1,6	2,2	2,2	2,4	1,7	1,4	1,6
6		1,9	1,8	1,8	1,5	1,1	2	1,8	2,5	1,4	1,4	1,8
7		2,2	1,7	1,6	1,4	1,6	1,8	1,9	2,4	1,7	1,6	1,8
8	1,6	2,2	1,6	1,5	1	1,7	1,9	2,3	2,7	1,4	1,7	1,8
9	1,6	1,8	0,8	1,9	1,1	1,6	2,3	2,7	2,3	1	1,2	2,2
10	1,5	2,1	1,7	2,3	1,4	2,1	1,5	1,6	2,3	1,2	1,2	2,1
11	1,6	2,1	1,8	2	1,5	2	2,2	1,9	1,3	1,4	1,7	2
12	1,9	1,7	1,6	2,2	1	2,2	1,9	2,1	1,2	0,9	1,6	1,5
13	2,2	1,8	1,8	2,2	1,5	2,1	2,4	2,2	1,4	0,9	1,9	1,8
14	2,4	2	1,5	1,9	1,3	2,3	2,4	1,9	2	1,4	2,2	2,4
15	2	1,8	1,6	1,4	1,7	2,4	2,8	2,7	1,3	1,6	1,5	1,7
16	1,9	2,1	1,6	0,8	1,3	2,8	2,5	1,8	2,3	0,9	2,2	1,8
17	2,2	1,5	1,5	1,6	1,3	2,7	2,1	3	1,3	1,1	1,7	1,2
18	2	2	1,6	1,6	1,8	2,4	2,2	1,9	1,6	1,1	1,4	1,5
19	1,9	1,8	2,2	1,1	1,8	2,5	2,3	2,3	1,6	1,5	2,1	1,3
20	1,9	1,7	2	2	1,5	2	1,5	1,6	1,7	1,4	2	1,8
21	1,8	1,3	1,2	1,4	1,2	2,4	2,1	1,7	1,5	1,8	1,5	1,5
22	1,4	2	2	1,3	1,3	2,4	2,1	1,7	1,4	1,4	1,7	2
23	1,8	1,9	1,8	1,6	1,5	1,7	2,2	1,8	1,6	1,2	1,8	2,1
24	2	2,2	1,3	1,3	1,7	1,4	2,5	1,9	2,5	1,4	1,9	2,2
25	2	2	1,5	1,5	1,5	1,1	2,6	1,8	2	1,5	2,1	2
26	2,2	2,3	1,6	1,2	2,1	1,8	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	2,4
27	1,8	1,2	1	1,1	1,8	1,5	2	1,6	2,5	1,4	1,3	1,9
28	1,7	1,7	1,4	1,2	2,3	1,9	2,2	1,9	2,4	1,9	2,3	2
29	1,8	0	1,4	1,2	1,9	2,3	1,9	2,9	2,4	1,4	2,2	1,7
30	1,8	0	1,5	1	2	2	2	2,3	2,9	1,4	2,3	2,3
31	1,9	0	1,5		1,3		1,8	2,7		1,8		1,8
Prome dio	1,9	1,7	1,6	1,6	1,5	1,9	2,1	2,0	2,0	1,5	1,7	1,9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Datos por mes de la velocidad del viento de la Jefatura de Posgrados -2020.

	2020											
	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Sep-20	Oct-20	Nov-20	Dici-20
1	2,1	1,8	1,9	1,6	1,8	1,8	2,4	2,3	2,1	2	2,1	1,99
2	2,8	2,6	1,6	1,8	1,8	2,8	2,3	2	1,9	1,6	2,3	2,1
3	2,8	2,5	1,4	1,8	1,5	2,3	2,3	2,6	2	2,2	2	2,1
4	2,6	2	1,8	1,4	1,5	2	2,3	2,5	2	2,7	1,9	2
5	4,8	2,6	1,5	1,4	2,1	2,1	1,9	2,6	2	3,1	1,7	2,3
6	2,7	2,1	1,9	2,4	1,6	2	1,2	2,7	2	2,5	1,7	2
7	2,7	2,4	2,2	2,4	2	1,7	1,4	2,1	2,1	2,1	1,6	2
8	2,7	2,2	2,8	1,9	2,4	1,5	2,2	2,3	2,3	2,1	1,4	2,1
9	3	2,6	2,7	2,4	2,3	1,9	2,5	1,4	2,4	2,1	1,9	2,2
10	2,8	2	2,3	2,1	2,7	1,5	2,6	2,1	2	2,3	2,4	2,2
11	2,6	2,2	2,7	2,5	3,1	2,3	2,6	2,1	2,6	2,2	2,6	2,5
12	2,5	2,5	2,1	2,2	2,6	2,5	1,9	2,5	2,7	1,9	2,4	2,3
13	1,9	2,7	1,8	2	2,5	1,7	1,8	2,4	2,7	1,6	2,3	2,1
14	1,9	2,6	1,8	1,3	2	1,9	1,7	2,5	2,7	1,3	2,2	1,9
15	2,2	2,1	2,1	1,5	1,8	2,3	2	2,2	2,5	1,8	1,7	2,1
16	2,2	1,8	1,6	1,9	1,9	2,2	2,5	2,1	2,4	1,7	1,9	2
17	1,5	1,9	1,3	1,3	2,3	2,2	2,4	1,9	2,1	2,1	1,8	1,8
18	1,4	2	1,1	1,4	1,8	2,5	1,3	2,9	1,7	2	1,8	1,8
19	1,1	2,5	1,6	1,7	2,1	2,9	1,8	1,7	2,1	2,1	1,8	1,9
20	1,7	2,4	1,1	1,7	2	2,3	1,7	2,3	1,8	1,8	1,9	1,8
21	1,2	2,1	1,7	2,1	1,6	1,9	1,9	2,5	2,1	2,2	1,7	1,9
22	1,4	2,1	1,4	2,4	1,9	2,5	2	2	2,5	1,5	1,4	1,9
23	1,8	2,4	1,2	2,5	1,8	2,5	1,7	2,2	2,5	1,8	1,5	1,9
24	0,9	1,9	1,6	1,8	2	2,1	2,2	2,2	2,6	1,7	1,2	1,8
25	1,4	1,7	1,6	2,1	1,6	2	2,5	2,2	2,2	1,4	1,6	1,8
26	1,8	2	1,6	1,8	2,1	2,3	2,8	2	2,5	1,9		2
27	1,3	2,8	2	2,3	1,9	3,2	1,9	2,2	2,4	2,1		2,2
28	1,3	2	1,9	1,9	1,1	3,3	2,1	2,5	2,5	2,2		2,08
29	2		1,3	1,7	1,3	2,5	2,1	2,3	2,2	1,5		1,8
30	2,1		1,7	2,2	1,6	2,1	2	2,2	1,9	1,6		1,9
31	1,9		1,2		1,8		2,6	2,4		2,1		2
Pr	2,100	2,232	1,758	1,917	1,952	2,227	2,084	2,255	2,250	1,974	1,872	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Datos promedio por mes de la velocidad del viento de la Jefatura de Posgrados de los años 2019-2020.

Mes	2019 [m/s]	2020 [m/s]
Enero	1,9	2,1
Febrero	1,9	2,23
Marzo	1,6	1,75
Abril	1,6	1,9
Mayo	1,5	1,9
Junio	1,9	2,22
Julio	2,1	2,084
Agosto	2	2,25
Septiembre	2	2,25
Octubre	1,5	1,974
Noviembre	1,7	1,872
Diciembre	1,9	2
Promedio	1,79	2,04

Fuente: Elaboración propia

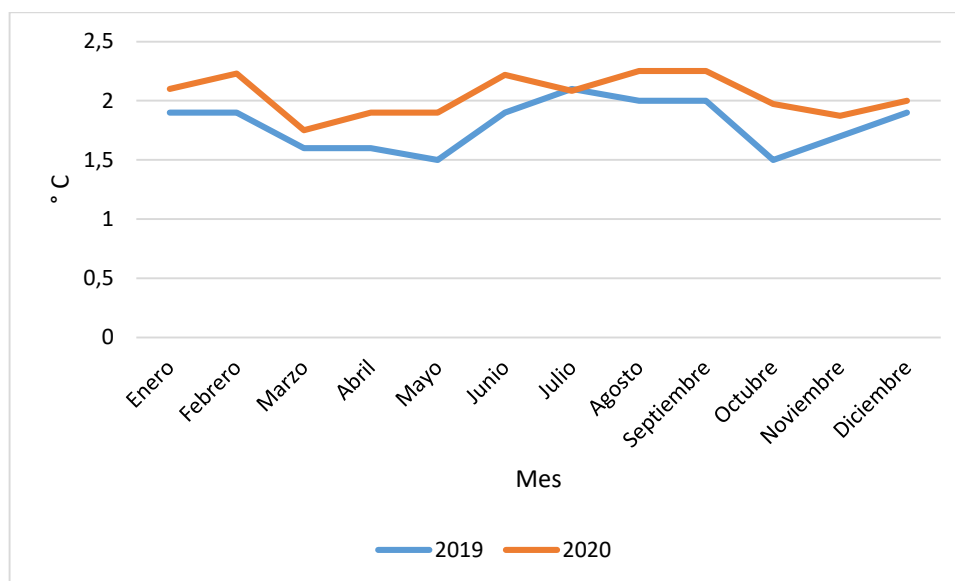


Figura 20. Velocidad de viento de los periodos 2019 -2020 de la Jefatura de Posgrados de la UCACUE.

Fuente: Elaboración propia

La Jefatura de Posgrados para el año 2019, se mantiene estable durante los meses de enero a mayo, posteriormente empieza a incrementarse hasta septiembre y desciende en octubre para nuevamente subir y llegar a su pico de 2°C en diciembre. En el año 2020, los meses de febrero, junio, agosto y octubre aumentaron este índice, los otros meses se mantuvieron por debajo de 1,9°C.

#### 4.4 Resultados de la dirección del viento del CIITT

##### 4.4.1 CIITT.

Tabla 20. Datos por mes de la dirección del viento del CIITT del año 2019.

	DIRECCIÓN DEL VIENTO CIITT [°]											
	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
1.		97,7	208	67,1	155,6	146,9	100,4	89,8	71	86,6	144,8	63,7
2.		121,5	182,2	58	172,1	80,5	77,9	71,7	90,1	61,6	98,5	61
3.		140,7	195	111,7	100,3	116,5	73,7	66,3	61,2	79	146,3	102,8
4.		180,7	175	92,1	114,8	88,9	80,3	83,9	49,4	80,9	175,3	127,3
5.		188,4	165,9	77,2	113,9	88,1	65,8	96,4	52,4	101	180,6	142,6
6.		164,3	155,8	63,9	158,8	137,6	57,5	75,6	58,5	123,3	134,1	160,2
7.	204,4	129,2	132,2	82,7	175,1	98,3	100,8	91,3	60	167,3	88,9	166,3
8.	187,7	104,2	175,3	69	159,3	98,7	54	58,1	60,4	152,7	162,3	168,8
9.	183,8	148,4	179,8	82,5	124,8	81,5	63,9	58,2	64,3	161,3	154,5	205,1
10.	156	94,8	193,4	55,3	131,5	83,9	59,2	68,7	73,2	143,8	173	175,5
11.	161,7	65,7	178,3	70,3	176,3	57	65,7	74,9	118,2	81,1	184,6	169,3
12.	122,5	142,4	159	92,7	172,6	61	86,1	57,4	111,6	149,8	204	136
13.	63,8	168,8	132	87,2	55,8	76,8	88	57,1	121,8	100,7	207,1	179,2
14.	65,2	169,4	157,8	107,3	106,2	84	63,9	51,6	72,7	87,1	201,8	196,7
15.	65,1	124,1	175,9	97	130,1	46,7	62,3	61,2	101,1	87,6	170	165,6
16.	83,8	162,8	175,1	169,3	150,1	65,9	0	52,1	65,9	41,4	109,5	137,7
17.	71,6	173,6	181,5	112,4	130,7	73,7	58,3	63,6	134,6	150,6	134,6	166,3
18.	53,5	143,8	101,6	106,3	73,9	57,5	54,5	66,1	107,2	162,5	143	158,5
19.	86,5	170	61,7	125,3	115,8	65,4	53,4	64,1	136,5	153,8	179	158
20.	102,7	147,6	68,5	59,8	104,5	64,2	52,2	69,6	131	143,7	183,3	167,6
21.	117,4	152,6	103	92,9	133,1	54,9	69	121,5	106,6	111,3	177,7	180,2
22.	178,8	144,2	116,9	90	143,9	54,3	75,5	85,9	131	103,1	162,7	89,5
23.	130	101,8	61,8	139,5	148,2	54,5	110,1	83,8	101,1	135,1	118,4	51,9
24.	141,3	94	116,5	114,7	101,4	74,2	60,9	79	70,3	141,5	135,1	74,8
25.	208,3	139,7	127,9	132	61,7	141,3	69,3	74,9	116,8	210,1	177,8	110,2
26.	187,2	116,3	152,4	138,2	61,4	82,8	90,4	82,3	114,5	180,5	201,3	71,5
27.	132,7	109,4	68,9	133,8	69,5	116,1	116,4	95,7	58,8	143,7	170,2	107,6
28.	150,3	162,3	97,8	131,6	124,1	70,7	0	61	58,5	144,4	68,5	125,7
29.	147,5		147,3	135,4	142,5	55,7	0	58	66	174	59,1	155,6
30.	177,8		208,3	143,7	152,4	89,5	0	52,3	58,2	160,2	79,7	93,9
31.	108,7		166,5		122,3		63,9	59,6		172,2		107,9
Pr	131,53	137,80	142,83	98,56	123,77	82,93	68,20	73,64	89,24	124,48	156,68	136,41

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Datos por mes de la dirección del viento del CIITT del año 2020.

	DIRECCIÓN DEL VIENTO CIITT [°]											
	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
1.	63,2	61,1	170,5	67,1	108	101,5	65,3	61,6	78,8	205,7	206	108,07
2.	64,6	59	188,3	63,7	180,3	61,2	59,4	70,4	60,8	148,5	203,4	105,42
3.	68,7	64,5	192,2	68,1	145	61,2	77,5	62,5	67	55,6	207,7	97,27
4.	69,5	68,1	153,4	153,7	191	59,4	71,4	68,3	131,4	57,3	209,7	112,11
5.	76	95	147,5	161,5	73,5	56,3	101,4	61,8	61,3	78,8	202,2	101,39
6.	76,5	178,7	175,6	67,5	66,7	92,9	148,4	75,2	66,1	61,4	172,2	107,38
7.	76,5	203,2	65,5	65,4	67,5	89,4	190,3	75,5	63,7	69,8	85	95,62
8.	64	103,7	60,4	106,2	67,9	114,3	78,3	100,9	65,5	108,7	140,9	91,89
9.	56,7	200,4	62,5	65,5	63,3	88,9	68,3	201,8	63	177,6	150,5	108,95
10.	67,3	196	196	51,2	74,9	103,9	59,2	78,8	126,7	135,8	76,7	106,05
11.	62,7	73,5	73,5	68,5	65,5	68,3	64	63,4	66,1	122,4	75,3	73,02
12.	83,5	70,2	70,3	64,5	65	57,5	74,4	66,5	69,2	198,6	75,9	81,42
13.	115,5	66,2	163,6	121,1	63,9	82,2	111,4	73,6	67,7	154,6	80,6	100,04
14.	121,5	71,8	160,6	140,3	110,5	149,8	96,5	62,3	86,9	188,9	77,7	115,16
15.	109,5	137,8	127,7	183,2	153,7	60,7	65,5	61,6	99,5	175	74,8	113,55
16.	174,8	157,6	185,4	171	80,8	58,5	66,9	58,6	69,5	56,3	178,7	114,37
17.	203,6	155,5	219,4	175,3	64,4	67,5	73,3	65,8	137,4	68,5	187,7	128,95
18.	177,6	179,2	132,2	191,8	119,5	60,9	112,1	72,8	95,3	68,1	210,1	129,05
19.	192,2	200,5	201,9	189,5	61,4	63,3	136,3	116,7	68,5	85,5	204,6	138,22
20.	189,6	205,7	172,4	139,1	84	80,4	170,5	67,9	108,8	80	202	136,40
21.	193	205,7	202,8	67,4	62,1	61,2	153	136,1	79,2	75	194,8	130,03
22.	174,9	174,9	165,6	69,4	63,3	61,9	52,8	62,5	104,9	125,4	194,2	113,62
23.	171,4	180,9	194,4	65,4	63,5	54,4	56,1	66,7	63,4	173,1	202,2	117,41
24.	185,2	178	189,9	96,5	159,8	48,8	63,3	183,7	70	181,6	201,7	141,68
25.	195,1	72,4	168,5	72,6	71,6	51,5	65,2	69,8	68,3	55,9	213,2	100,37
26.	175	85,8	209,4	58,4	63	54,1	59,7	132,8	54,8	67	96	96,00
27.	199,4	72,7	165,9	65,7	130,6	57,8	62,3	73,7	66,7	74,6	96,94	96,94
28.	151,9	91,5	183,5	60,3	118,5	63,5	68,8	53	67,5	135,7	99,42	99,42
29.	59,6		146,7	107,2	234,1	57,1	58,9	71,2	164,4	184	120,35556	120,36
30.	79,9		190,3	86,9	118,6	68,6	51	59,4	198,3	208,1	117,9	117,90
31.	60,8		144,4		114,1		59,5	59,6		202	106,73333	106,73
Pr.	121,28	128,91	157,43	102,13	100,19	71,90	85,19	81,76	86,36	121,92	150,49	109,78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Datos promedio por mes de la dirección del viento del CIITT de los periodos 2019-2020.

Meses	2019 [°]	2020 [°]
Enero	131,532	121,28
Febrero	137,8	128,914
Marzo	142,828	157,429
Abril	98,564	102,133
Mayo	13,767	100,193
Junio	82,925	71,9
Julio	68,196	85,193
Agosto	73,635	81,758
Septiembre	89,239	86,356
Octubre	124,482	121,919
Noviembre	156,675	161,112
Diciembre	136,414	161,112
Promedio	104,67	114,94

Fuente: Elaboración propia

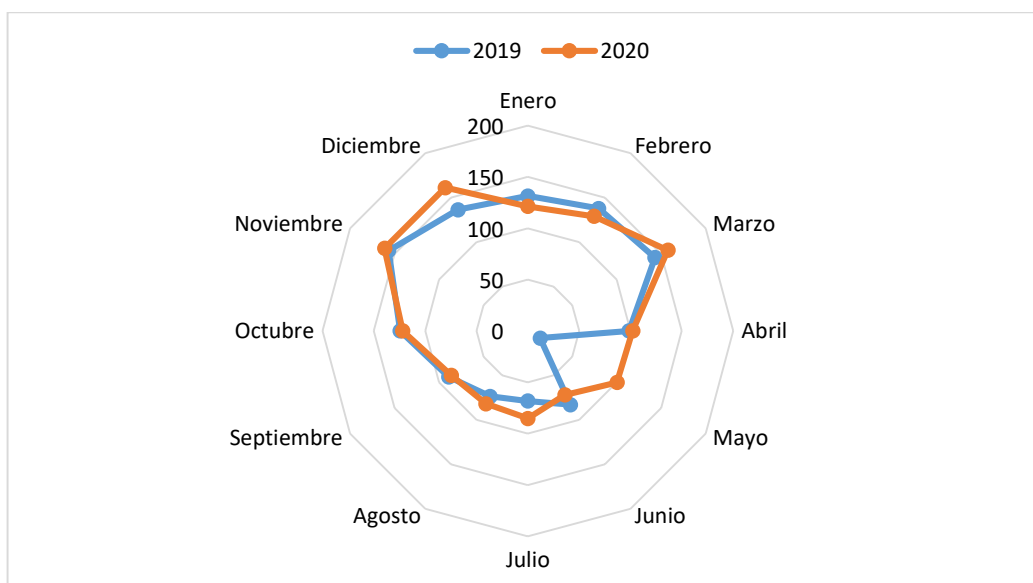


Tabla 23. Dirección de viento de los periodos 2019 -2020 del Centro de Investigación, Innovación de Transferencia de Tecnología.

Fuente: Elaboración propia

Durante el año 2019, el mes de mayo y noviembre presentaron variaciones características; del mismo modo, en el año 2020 el mes más afectado fue diciembre. Los demás meses se mantuvieron dentro de la media.

#### 4.4.2 Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción.

Tabla 24. Datos por mes de la dirección de viento de la Unidad académica de Ingeniería, Industria y Construcción del año 2019.

2019 Día	DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]											
	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Sep-19	Octubre	Nov-19	Dic-19
1		97,7	208	67,1	155,6	146,9	100,4	69,8	71	86,6	144,8	63,7
2		121,5	182,2	58	179,1	80,5	77,9	71,7	90,1	61,6	98,5	61
3		140,7	195	111,7	100,3	116,5	73,7	66,3	61,12	79	146,3	102,8
4		180,4	175	92,1	114,8	88,9	80,3	83,9	49,4	80,9	175,3	127,3
5		188,4	165,9	77,2	113,9	81,1	65,8	96,4	52,4	111	180,6	142,6
6		164,3	155,8	63,9	158,8	137,6	57,5	75,6	58,8	123,3	134,1	160,2
7	204,4	129,2	132	82,7	175,1	98,3	100,8	91,3	60	167,3	88,9	166,3
8	187,7	104,2	175,3	69	159,3	92,7	54	58,1	60,4	152,7	162,3	168,8
9	183,9	148,4	179,8	82,5	124,8	81,5	63,9	58,2	64,3	161,3	154,5	205,1
10	156	94,8	193,4	55,3	131,5	83,9	59,2	68,7	73,2	143,8	173	175,5
11	161,7	65,7	178,3	70,3	176,3	57	65,7	74,9	118,2	81,1	184,6	169,3
12	122,5	142,4	159	92,7	172,6	61,6	86,1	57,4	111,6	149,8	204	136
13	63,8	168,8	132	87,2	55,8	76,6	88	57,1	121,8	100,7	207,1	179,2
14	65,2	169,4	157,8	107,3	106,2	84	63,9	51,6	72,7	87,1	201,8	196,7
15	65,1	124,1	175,9	97	130,1	46,7	62,3	61,12	101,1	87,6	170	165,9
16	83,8	162,8	175,1	169,3	150,5	65,9		52,1	65,9	141,4	109,5	137,7
17	71,6	173,6	181,5	112,4	130,7	73,7	58,3	63,6	134,6	150,6	134,6	166,3
18	53,5	143,8	101,6	106,3	73,9	57,5	84,5	66,1	107,2	162,5	143	158,3
19	86,5	170	61,7	125,3	115,8	65,4	53,4	64,1	136,5	153,8	179	158
20	102,7	147,6	68,5	59,8	104,5	64,2	52,2	69,6	131	143,7	183,3	167,6
21	117,4	152,6	103	92,9	133,1	54,9	69	121,5	106,6	111,3	177,7	180,2
22	178,8	144,2	0	90	143,9	54,3	75,5	85,9	131	103,1	162,7	89,5
23	130	101,8	61,8	139,5	148,2	54,5	110,1	83,8	101	135,1	118,4	51,9
24	141,3	84	116,5	114,7	101,4	74,2	60,9	79	70,3	141,5	135,1	74,8
25	280,3	139,7	127,9	132	61,7	141,3	69,3	74,9	116,8	110,1	177,8	110,2
26	187,2	116,3	152,4	138,2	61,4	82,8	90,4	82,3	114,5	180,5	201,3	71,5
27	132,7	109,4	68,9	133,8	69,5	116,1	116,4	95,7	54,8	143,7	170,2	107,6
28	150,3	162,3	97,8	131,6	124,1	70,7		61	58,5	144,4	68,5	125,7
29	147,5		147,3	135,5	142,5	55,7		58	66	174	59,1	155,6
30	177,8		208,3	143,7	152,4	89,5		52,3	58,2	160,2	79,7	93,9
31	108,7		166,5		122,3		63,9	59,6		172,2		107,9
Pr	134,416	137,432	142,071	101,300	125,487	81,817	74,200	71,343	87,301	129,094	150,857	134,745

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Datos por mes de la dirección del viento de la Unidad académica de Ingeniería, Industria y Construcción del año 2020.

2020		DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]										
Dia	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Sep-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
1	63,2	61,1	170,5	67,1	108	101,5	65,3	61,6	78,8	205,7	206	108,07
2	64,6	59	188,3	63,7	180,3	61,2	59,4	70,4	60,8	148,5	203,4	105,42
3	68,7	64,5	192,2	68,1	145	61,2	77,5	62,5	67	55,6	207,7	97,27
4	69,5	68,1	153,4	153,7	191	59,4	71,4	68,3	131,4	57,3	209,7	112,11
5	76	95	147,5	161,5	73,5	56,3	101,4	61,8	61,3	78,8	202,2	101,39
6	76,5	178,7	175,6	167,5	66,7	92,9	148,4	75,2	66,1	61,4	172,2	116,47
7	76,5	203,2	65,5	65,4	67,5	89,4	190,3	75,5	63,7	69,8	85	95,62
8	64	203,7	60,4	106,2	67,9	114,3	78,3	100,9	65,5	108,7	140,9	100,98
9	56,7	200,4	62,5	65,5	63,3	88,9	68,3	201,8	63	177,6	150,5	108,95
10	67,3	196	93,5	51,2	74,9	103,9	59,2	78,8	126,7	135,8	76,7	96,73
11	62,7	73,5	71,1	68,5	65,5	68,3	64	63,4	66,1	122,4	75,3	72,80
12	83,5	70,2	70,3	64,5	65	57,5	74,4	66,5	69,2	198,6	75,9	81,42
13	115,5	66,2	163,6	121,2	63,9	82,2	111,4	73,6	67,7	154,6	80,6	100,05
14	121,5	71,8	160,6	140,3	110,5	149,8	96,5	62,3	86,9	188,9	77,7	115,16
15	109,5	137,8	127,7	183,2	153,7	60,7	65,5	61,6	99,5	175	74,8	113,55
16	174,8	157,6	185,4	171	80,8	58,5	66,9	58,6	69,5	56,3	178,7	114,37
17	203,6	155,5	219,4	175,3	64,4	67,5	73,3	65,8	137,4	68,5	187,7	128,95
18	177,6	179,2	132,2	191,8	119,5	60,9	112,1	72,8	95,3	68,1	210,1	129,05
19	192,2	200,5	201,9	189,5	61,4	63,3	136,5	46,7	68,5	85,5	204,6	131,87
20	189,6	205,7	172,4	139,1	84	80,4	170,5	67,9	108,8	80	202	136,40
21	193	205,7	202,8	67,4	62,1	61,2	153	136,6	79,2	75	194,8	130,07
22	174,9	174,9	165,6	69,4	63,3	61,9	52,8	62,5	104,9	125,4	194,2	113,62
23	171,4	180,9	198,4	65,4	63,5	54,4	56,1	66,7	63,4	173,1	202,2	117,77
24	185,2	178	189,9	96,5	159,8	48,8	63,3	183,7	70	181,6	201,7	141,68
25	195,1	72,4	168,5	72,6	71,6	51,5	65,2	69,8	68,3	55,9	213,2	100,37
26	175	85,8	209,4	58,4	63	54,1	59,7	132,8	59,8	67		96,50
27	199,4	72,7	165,9	65,7	130,6	57,8	62,3	73,7	66,7	74,6		96,94
28	151,9	91,5	183,5	60,3	118,5	63,5	68,8	53	67,5	135,7		99,42
29	59,6		146,7	107,2	234,1	57,1	58,9	71,2	167,4	184		120,69
30	79,9		90,3	86,9	181,6	68,6	51	59,4	198,3	208,1		113,79
31	16,3		155,4		114,1		59,5	59,6		202		101,15
Pr	119,845	132,486	151,303	105,470	102,226	71,900	85,200	79,516	86,623	121,919	161,112	110,69

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Datos promedio por mes de la dirección del viento de la Unidad académica de Ingeniería, Industria y Construcción de los años 2019-2020.

Mes	2019 [°]	2020 [°]
Enero	134,416	119,84
Febrero	137,432	132,48
Marzo	142,071	151,3
Abril	101,3	105,47
Mayo	125,487	102,22
Junio	81,817	71,9
Julio	74,2	85,2
Agosto	71,343	79,51
Septiembre	87,301	86,62
Octubre	129,094	121,919
Noviembre	150,85	161,112
Diciembre	134,745	110,68
Promedio	114,17	110,68

. Fuente: Elaboración propia

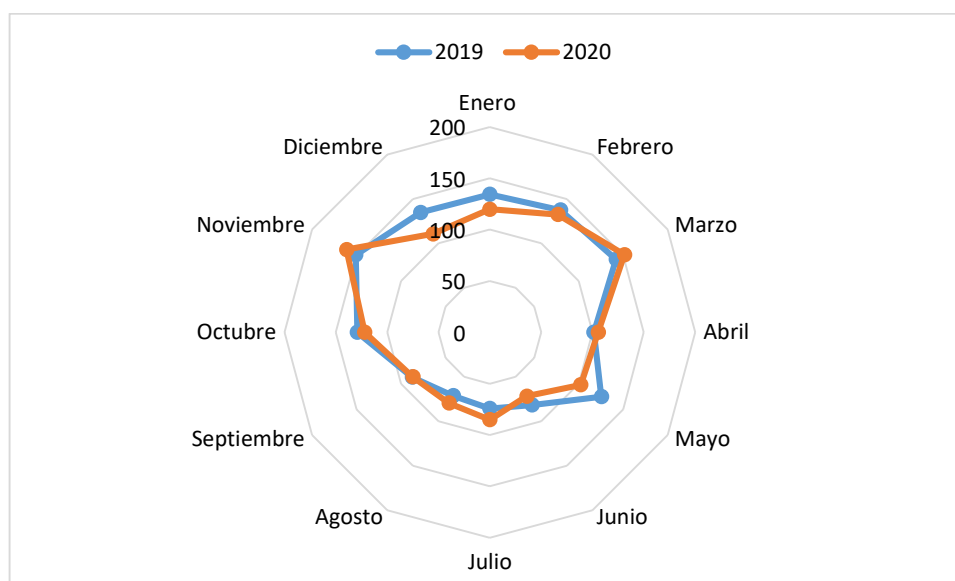


Figura 21. Dirección de viento de los periodos 2019-2020 de la Unidad académica de Ingeniería, Industria y Construcción.

Fuente: Elaboración propia

La gráfica estadística muestra que para el año 2019, la mayoría de los meses se mantuvieron constantes con respecto al indicador, pese a las pequeñas variaciones en el mes de mayo. Para el año 2020, los meses que se vieron afectados fueron enero, abril, noviembre y diciembre debido a las fluctuaciones presentadas.

#### 4.4.3 Jefatura de Posgrados.

Tabla 27. Datos por mes de la dirección del viento de la Jefatura de Posgrados del año 2019.

	2019											
	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Sep-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
1		110,9	205,1	41,4	158,8	116,2	104,8	74,9	60,5	85,2	175,5	104
2		126	151,5	78,1	199,7	109,3	75,9	90,3	105,7	75,3	61	69,2
3		117,3	157,3	125	100,2	89,9	73,9	90,6	76	70,3	105,1	114,2
4		193,5	181	66,6	95,9	71,8	54,4	72,2	70,3	69,7	162,7	116,2
5		198,4	147,8	83,1	105,3	95,2	65,6	106,8	78	79,7	185,4	144,3
6		183	129,6	57,5	143,9	131,3	57,5	76,6	48,9	102,3	103,8	157,3
7		109,5	101,7	83,8	155,55	91,3	120,5	89,3	62,5	132,6	69	175,5
8	154,4	82,5	147,5	82,2	115,6	84	64,2	57,5	43,8	176,8	135,7	177,8
9	171,4	99	141,6	100,1	78,7	61,3	58,3	33,7	60,3	156,3	192,8	183,4
10	163,2	64,6	215,2	55,8	122,9	46,1	95,9	73,9	101,4	117,7	168,9	180,3
11	142,1	71,9	185,9	60,6	205,5	62,2	55,8	65,9	125,5	132,4	190,5	189,9
12	69,4	139,8	161,3	86	131,9	64,5	69,3	62,5	94,6	167,9	222,3	138,1
13	66,7	128,6	91,7	38,3	68	107,8	80,6	72,3	123	179,1	192,2	163,3
14	76,8	186,7	141,2	95,5	102,4	105,3	58,2	61,2	80,6	87	205,4	188
15	58,9	161,5	152,3	107,8	115,5	47	104	77,5	120,5	80	84,2	168,7
16	122,7	147,3	135,5	120,3	149,9	65	84	79,9	81,2	135,5	111,2	149
17	89,3	171,1	125,3	74,7	118,4	57,3	59,9	35,9	117,1	127,5	111,9	109,5
18	91	138,1	119,9	116,1	74,4	61,5	98,6	55,8	99,5	149,8	161,9	126,6
19	77,7	173	66,5	79,9	112,8	39	115,4	51,3	142,2	144,4	208	153,9
20	91,5	113,1	79	41,3	110,6	74	77,4	82,8	97,3	146,6	197,9	132,3
21	145,5	154,5	100,1	82,7	162,3	49,3	57,7	99,3	106,9	95,2	147	167,3
22	123	75,5	82,2	108,6	117,4	60,1	68,5	73,5	168,9	140,5	165,7	71,3
23	127,8	87,9	83,7	97,7	97,3	57,7	81,5	85,5	100	156,2	68,8	66,2
24	146,3	71,8	92,3	119,2	82	100,1	108,3	69,3	60	161,7	133,5	95,3
25	199,3	117,8	138	112	63,7	137	89,3	65,1	95,6	185,5	175,3	91
26	180,5	132,9	127	133,1	62	62,1	95,7	82,8	131	139	157,6	68,9

27	125,6	87,5	90,8	157,7	53,8	102,3	88,3	90,6	66	149,3	151,8	101,2
28	119,1	136,8	104,7	144,8	90,4	131,9	49,8	66,4	74,8	145	94,7	71,7
29	147,1		148,1	138,6	86	76,8	79,4	44,4	67,5	136,4	66,9	137,2
30	142,1		177,5	148	65,4	73,4	68,5	67,8	92,4	173,5	76,5	58,8
31	75,3		190,8		85		81,4	91		200,2		81
Pr	121,1	127,9	134,6	94,6	110,7	81,0	78,8	72,5	91,7	132,2	142,8	127,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Datos por mes la dirección del viento de la Jefatura de Posgrados del año 2020.

	DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]											
	2020											
	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Sep-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
1	74,1	62,7	136,3	84,9	88,1	80,3	62,2	99,3	121,2	157,7	201,7	106,22
2	57,8	55,3	135,9	91,5	113,4	95,8	60	74,7	104,8	123	186	99,83
3	47,6	50,5	137	86,7	128	61,1	80	102,3	74,5	101,9	194,2	96,7
4	76,4	91,8	148,7	121,3	127,3	74,4	100,9	70,1	98,7	99,4	183,8	108,43
5	52,2	77	121,6	118,5	80,5	86,3	84,6	57,4	93,6	66,4	152,3	90,03
6	61,8	144,5	101,3	95	95	87,1	139,6	90,6	82,8	55,7	118,3	97,42
7	52,3	182,8	68,2	92	80,5	95,2	147,2	79,9	78,7	59,7	92,7	93,56
8	79,7	183,1	76,6	75,8	82,6	82,7	81,2	84,8	83,7	85,5	97	92,06
9	77,8	188,9	73,6	94	64,2	84,5	74,9	131,9	80,4	148,5	124,8	103,95
10	67,2	165,9	67,5	65	64,8	91,5	65,5	100,7	104,4	86,6	77	86,91
11	58,9	86,2	70,7	53,3	62,7	84,8	74,6	82	78,1	100,8	92,2	76,75
12	81,8	75,6	85,3	64	80,9	120,2	81,2	85,2	63,5	133,2	76,5	86,12
13	95,7	126,1	112,3	75,1	71,9	106,4	98,1	116,7	73,7	174,4	66,4	101,52
14	87,6	78,8	108,3	138	105,2	131,5	111,2	88,8	83,5	142,1	75,7	104,6
15	76,2	114,1	100	155,5	80	71,9	99,6	46,8	87,3	129,6	120,6	98,32
16	124,7	130,2	109,6	170,3	101,7	101,5	58,8	68,8	80,8	88,3	122	105,15
17	173,3	112	163,6	160,9	76,2	72	65,1	88,3	79,3	70,5	143,8	109,54
18	181,5	161,3	121,7	164,8	80,6	70,3	90,5	81	103,6	75,7	171,8	118,43
19	154,3	189,6	130,3	166,4	74,2	87,1	113,3	134,2	64,3	99,1	191,3	127,64
20	184,1	187,5	179,6	106,3	96,3	81,1	97,1	55,8	108,6	96,7	176,4	124,5
21	170,6	182,5	211,3	81,3	86,4	55,7	105,4	83	86	83,7	170,9	119,7
22	118,2	152,1	190,7	58,7	92,1	60,6	108,8	90,3	95,5	103,5	138,7	109,92
23	133,5	111	149,3	62,3	96	83,4	78,4	72,7	74,9	147,7	139,5	104,42
24	152,1	124	162	116,7	96,8	64,7	90,7	113,5	62,3	152,6	130,3	115,06
25	151,6	80,8	135,3	69,8	101,4	86,6	60,4	93,1	75	125,6	148,3	102,53
26	105,1	77,9	140,8	72,2	110	96,5	62,1	131,4	133,2	79,5		100,87
27	129,7	74,6	109,7	93,3	83,4	84,2	75,7	95,2	76,3	79		90,11
28	125,6	73,2	131,8	68,7	101,9	104,2	71,8	94	78,6	86,6		93,64
29	62		181,5	76,3	103,8	71,6	100,6	78,2	94,8	131,7		100

30	73,4	156,7	73,9	95,4	71,7	85,8	78,2	141,3	148,9	102,81		
31	60,3	147,95		83,2		60,8	53,2		159,3	94,12		
Promedio	101,519	119,286	127,908	98,417	90,468	84,830	86,648	87,810	88,780	109,448	135,688	101,963

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 29. Datos promedio por mes de la dirección del viento de la jefatura de Posgrados de los años 2019-2020.

Mes	2019 [°]	2020 [°]
Enero	121,1	101,51
Febrero	127,9	119,286
Marzo	134,6	127,908
Abril	94,6	98,41
Mayo	110,7	90,46
Junio	81	84,83
Julio	78,8	86,64
Agosto	72,5	87,81
Septiembre	91,7	88,78
Octubre	132,2	109,448
Noviembre	142,8	135,688
Diciembre	127,5	101,96
Promedio	109,61	102,72

Fuente: *Elaboración propia*

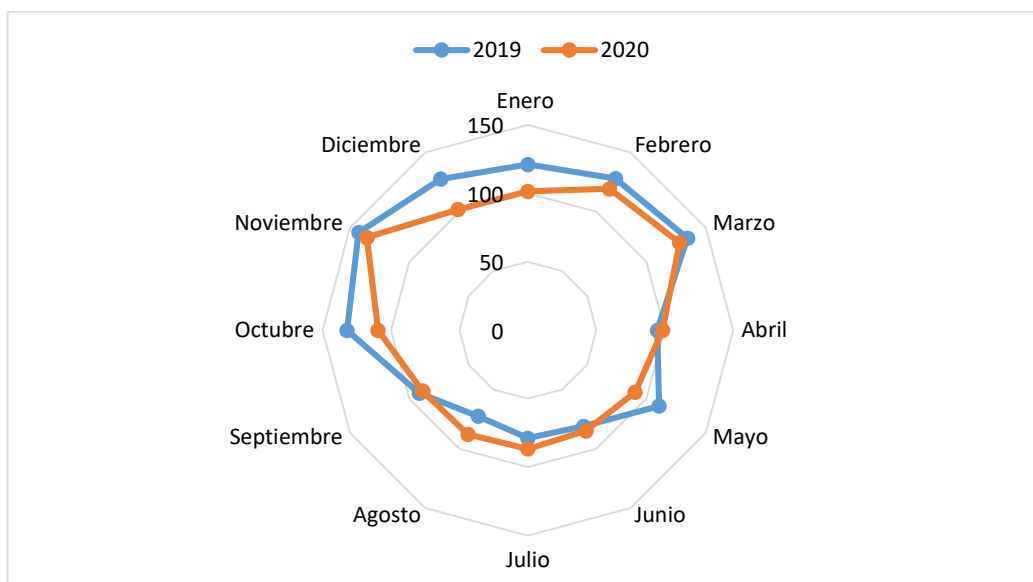


Figura 22. Dirección de viento de los periodos 2019 -2020 de la Jefatura de Posgrados.

Fuente: *Elaboración propia*.

Para el año 2019, la mayoría de los meses han presentado variaciones significativas y para el año 2020 se mantienen las oscilaciones.

#### **4.5 Material particulado.**

La contaminación por partículas refiere a la combinación de pequeños fragmentos de materia sólidos y líquidos que circulan libremente en la atmósfera, este tipo de material se expone de forma directa a través de distintas fuentes primarias y secundarias, tales como: en la primera se encuentra el hollín de diésel, cenizas, polvo en las vías, entre otros; en cambio en la segunda se consideran a los contaminantes creados por la condensación de gases. Cuando se dispersan en el aire, las partículas pueden llegar a modificar el equilibrio energético de la atmósfera, lo cual se evidencia en la focalización del tamaño y forma (Issn, 2012).

##### **4.5.2 Polución $PM_{2,5}$ .**

El material particulado fino alude a los fragmentos delgados con diámetro aerodinámico menor a 2,5 $\mu$ m ( $PM_{2,5}$ ). Las emisiones se presentan en particular por los transportes a diésel, centrales termoeléctricas, la combustión en zonas industriales y locales. Cabe recalcar que este tipo de material puede ingresar por las vías respiratorias hasta los alvéolos pulmonares. Por lo general, se conglomeran con la disminución de la visibilidad, primordialmente cuando su dimensión fluctúa entre 0.4 y 0.7  $\mu$ m que se relaciona al rango de extensión de onda de la luz visible. El  $PM_{2,5}$  forma parte del  $PM_{10}$  (Gaviria, Carlos, Benavides, Paula, & Carolina, 2011).

El  $PM_{10}$  puede alcanzar el tracto respiratorio inferior, por el contrario el  $PM_{2,5}$  puede penetrar en el intercambio de gases entre áreas alveolares y capilares del pulmón. El  $PM_{2,5}$  es considerado un contaminante que predispone al cáncer (Gaviria et al., 2011).

##### **4.5.3 Red de monitoreo de la validez del aire de Cuenca.**

En la actualidad la ciudad dispone de 20 puntos de control y monitoreo, como se puede apreciar en la figura 23, que obedece a las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

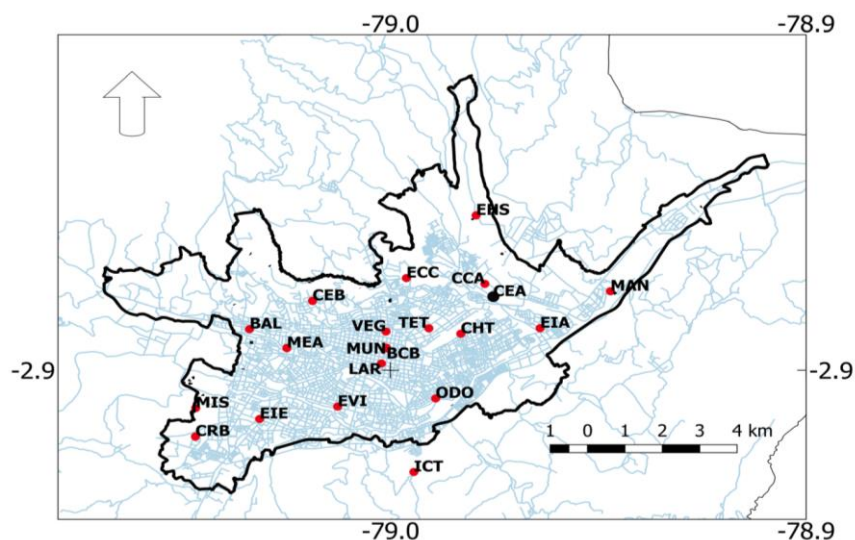


Figura 23. Localización de la red de monitoreo de la calidad de aire de Cuenca.

Fuente: (EMOV-EP, 2019)

A continuación, se expone una tabla que describe los códigos, la localización del material particulado y la escala de los datos, respecto a la calidad del aire de cada estación, conforme a las categorías determinadas por la USEPA.

Tabla 30. Código, dirección y contaminantes de las estaciones de monitoreo.

Código	Nombre	Ubicación	Contaminantes	Escala
MAN	Parroquia Machángara	Jardines del Río y Calle Londres	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal
EIA	Escuela Ignacio Andrade	Reino de Quito y Avenida González Suárez	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal
EHS	Escuela Hector Sempértegui	Camino a Ochoa León	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal
CHT	Colegio Herlinda Toral	Altar Urco y Avenida Paseo de los Cañarís	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal
TET	Terminal Terrestre	Avenidas Madrid y España	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal
ECC	Escuela Carlos Crespi II	Calle de la Bandola y Calle del Arpa	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal
ODO	Facultad de Odontología Universidad de Cuenca	Avenida Pasaje de Paraíso y Avenida 10 de agosto	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal
EVI	Escuela Velasco Ibarra	Avenida Felipe II y Avenida Isabel Católica	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal

MEA	Mercado El Arenal	Avenida Remigio Crespo y Avenida de las Américas	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal
BAL	Balzay CEA Universidad de Cuenca	Avenida Ordoñez Laso y Avenida Cerezos	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal
VEG	Vega Muñoz	Vega Muñoz y Luis Cordero	NO2, SO2, BTEX	Microescala
CCA	Colegio Carlos Arizaga Vega	Calle J. Lovalle y Calle A. Ricaurte	O3,NO2, SO2, PS, MP10,BTEX, MP2,5	Urbana, vecinal
MUN	Municipio	Calle Simón Bolívar y Calle Presidente Borrero	O3, NO2, SO2, CO, MO2,5, MO10, PS, BTEX	Urbana, vecinal
EIE	Escuela Ignacio Escandón	Avenida Loja y Calle Ignacio de Rocho	O3,NO2, SO2,PS,MS10,BTEX	Urbana, vecinal
BCB	Estación de bomberos	Calle Presidente Córdova y Luis Cordero	NO2, SO2, PS, BTEX	Microescala
LAR	Calle Larga	Calle Larga y Borrero	NO2, SO2, BTEX	Microescala
ICT	Antenas de Ictocruz	Camino a Ictocruz	O3	Regional
CEB	Cebollar	Calle del Cebollar	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal
MIS	Misicata	Calle Carmelo Malo	O3, NO2, SO2, PS, BTEX	Vecinal

Fuente: (EMOV-EP, 2019)

La Tabla 30 y 31 representa los métodos de medición y sensores de la estación automática de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Cuenca.

Tabla 31. Métodos de medición de la red de monitoreo de calidad de aire de Cuenca.

Contaminante	Calidad del aire	
	Método	Marca/modelo
Monóxido de carbono (CO)	Absorción de radiación infrarrojo no dispersiva USEPA Método de referencia EQSA-0992-087	Teledyne. M300E
Dióxido de azufre (SO2)	Fluorescencia por radiación ultravioleta USEPA Método de referencia EQSA-0495-100	Teledyne. M100E
Dióxido de nitrógeno (NO2)	Quimiluminiscencia USEPA Método de referencia EQOA-0992-087	Teledyne. M200E
Material particulado fino (MP 2,5)	Atenuación de rayos beta USEPA Método equivalente EQPM-0308-170	Met One BAM-1020
Ozono (O2)	Absorción de radiación ultravioleta USEPA Método equivalente EQOA-0992-087	Teledyne. M400E

Fuente: (EMOV-EP, 2019)

Tabla 32. Sensores de la estación automática de la red de monitoreo de la calidad de aire de Cuenca.

Meteorología, estación Vaisala	
Parámetro	Sensor
Velocidad y dirección del viento	WMS302
Temperatura del aire, humedad relativa	HMP155
Radiación solar global	CMP3
Precipitación	Young 52203
Presión barométrica	K17474

Fuente: (EMOV-EP, 2019)

Los sensores que se encargan de detectar la calidad del aire, reportan concentraciones cada minuto. Por lo que los datos mencionados se estimaron de acuerdo a la información proporcionada durante los periodos temporales, que dictamina la Norma de Calidad del Aire Ambiente (NCAA). En el año 2019, el índice de cobertura temporal por contaminante de la estación MUN, fue la siguiente:  $CO$  (89.3%),  $SO_2$  (86,7%),  $O_3$  (92,8%),  $PM_{2,5}$  (91,4%) y  $NO_2$  (96.3%). El dispositivo automático de  $PM_{2,5}$  de la estación CCA manifestó una cobertura de 100.0% (EMOV-EP, 2019).

Según los datos facilitados en la última cuantificación de emisiones del Cantón Cuenca, realizado con la información del año base 2014 (EMOV EP,2016). Los elementos primarios contaminantes más frecuentes por emisión, son las siguientes:

Óxido de carbono II ( $CO$ ): tránsito vehicular 94.4%.

Óxido nítrico ( $NO_x$ ): tráfico automovilístico 71.3%, térmicas 18.6%.

Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano ( $COVNM$ ): tráfico de vehículos 39.5%, empleo de disolventes 29.6%, vegetación 19.4%.

Óxido de azufre IV ( $SO_2$ ): sector industrial 60.3%, térmicas 35.2%.

Contaminación por partículas finas ( $PM_{2,5}$ ): tránsito de vehículos 42.4, ladrilleras artesanales 38.6%, térmicas 11.2%.

Material particulado ( $PM_{10}$ ): congestión vehicular 55.7%, ladrilleras artesanales 24.5%.

En el área urbana de Cuenca, el tránsito de vehículos es la causa más importante de emisión. Por otro lado, al noroccidente de la ciudad, se encuentra la zona industrial, la cual aporta con un alto índice de emisiones (EMOV-EP, 2019).

La Revisión Técnica Vehicular (RTV), desde el año 2008 se encarga de controlar que las emisiones de la institución vehicular se apeguen a los límites determinados por la

Legislación Nacional. Conforme a los registros de la RTV, durante el primer año de funcionamiento aprobaron 9261 vehículos (Tabla 5). Para el periodo 2019, 84.560 automóviles asistieron a la entidad. Sin embargo, los valores son menores a los que se obtuvieron desde el 2011 hasta 2018. La variación notoria se debe a que entró en vigencia (desde el 26 de abril de 2016) el Decreto Ejecutivo 975, que reforma el Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, la cual menciona que los vehículos cuyas actividades se relacionen al servicio de transporte público, comercial y de uso personal, tienen la obligación anual de acogerse a una revisión técnica vehicular. No obstante, hasta el año 2015, estos transportes debían aprobar la RTV dos veces al año (EMOV-EP, 2019).

*Tabla 33. Número de vehículos que aprobaron la revisión técnica vehicular en el cantón Cuenca durante el período 2008 – 2019.*

Año	Vehículos
2008	9 261
2009	35 937
2010	83 706
2011	8 984
2012	95 337
2013	102 202
2014	106 085
2015	114 408
2016	94 918
2017	85 209
2018	85.235
2019	8 456

*Fuente: (EMOV-EP, 2019)*

En el periodo 2019 se informaron 18 valores que superaron el límite guía de la OMS en un lapso de 24 horas ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). El 74%, 27% y 0% de estos datos se reportaron en las estaciones CCA, EIE y MUN, correspondientemente. El elevado número de superaciones en la estación CCA, denota probablemente la proximidad a la zona industrial, la incidencia del tránsito de vehículos y constructoras de obras civiles. Empero, ninguna de las 3 estaciones que reportan  $MP_{10}$  sobrepasó la concentración de la NCAA fijada como promedio en 24 horas ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

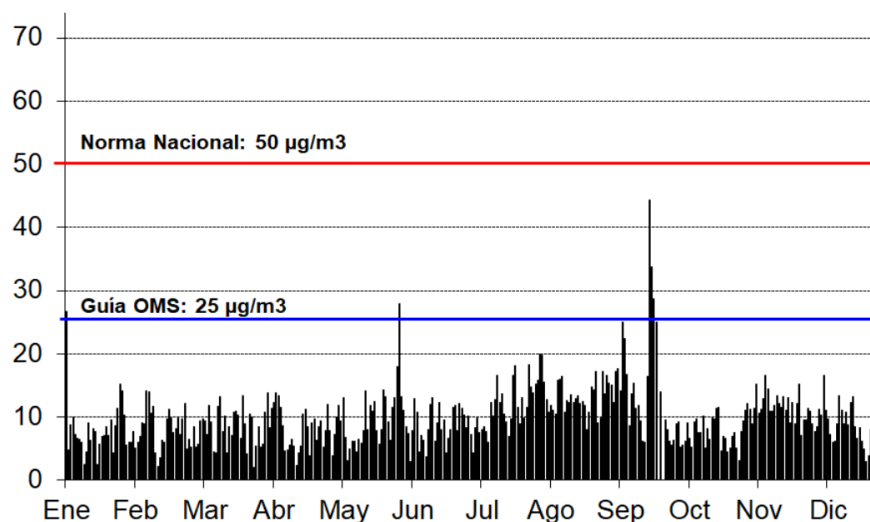


Figura 24. Promedio durante 24 horas de las concentraciones de  $PM_{2,5}$  ( $\mu g/m_3$ ). Año 2019. Estación MUN.

Fuente: (EMOV-EP, 2019)

Los datos concentrados en el primero de enero atribuyen a los resultados por la quema de monigotes y pirotecnia en el transcurso del amanecer del primer día de año nuevo. Se puede observar que, para los otros días, las razones no se encuentran puntualizadas. Las cifras referentes al 2 y 3 de marzo podrían relacionarse a las fechas festivas de Carnaval.

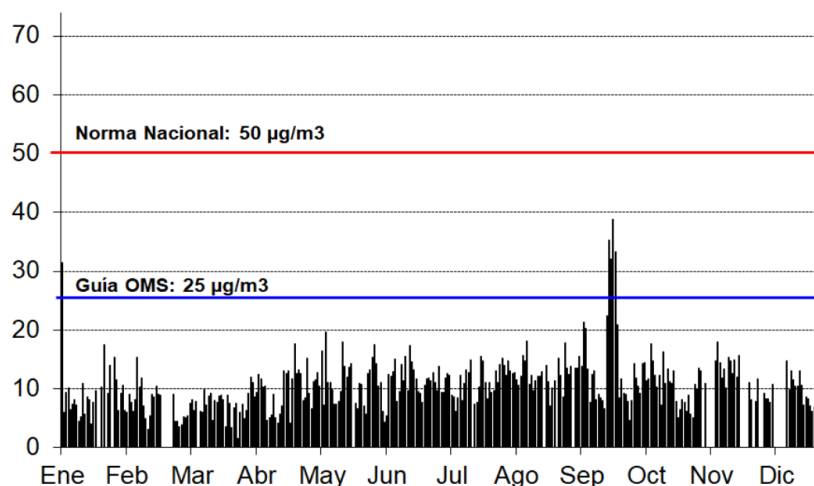


Figura 25. Promedio durante 24 horas de las concentraciones de  $PM_{2,5}$  ( $\mu g/m_3$ ). Año 2019. Estación CCA.

Fuente: (EMOV-EP, 2019)

Las concentraciones de  $PM_{2,5}$  se muestran en las figuras 25 y 26, revelan datos de 24 horas en las estaciones MUN y CCA, respectivamente. La totalidad de los registros fueron inferiores al límite fijado por la NCAA ( $50 \mu g/m_3$ ).

El resultado promedio del total de las concentraciones horarias de la estación MUN, se incrementó a  $10,5 \mu g/m_3$ ; dado que esta cifra es menor a la media anual determinada

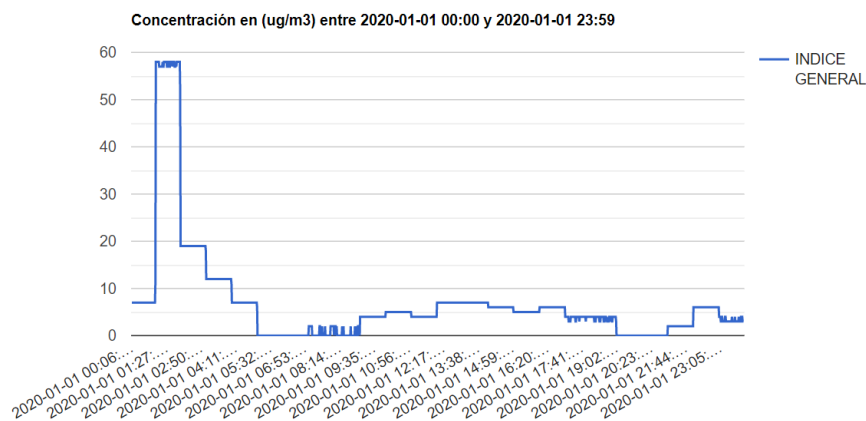
por la NCAA ( $15 \text{ ug/m}_3$ ), pese a que se encuentra por encima del valor guía de la OMS ( $10 \text{ ug/m}_3$ ). El nivel de concentraciones de la estación CCA asciende a  $10.8 \text{ ug/m}_3$  en promedio; por ende, el valor es inferior a la media anual dispuesta por la NCAA ( $15 \text{ ug/m}_3$ ), y superior a la cifra mencionada por la guía de la OMS ( $10 \text{ ug/m}_3$ ) (EMOV-EP, 2019). De acuerdo a la estación MUN, la correlación entre los valores de las concentraciones medias anuales de  $PM_{2,5}$  ( $10.5 \text{ ug/m}_3$ ) y de  $PM_{10}$  ( $28.3 \text{ ug/m}_3$ ) fue 0.38, donde se estima que en el sector de cobertura de la estación existe una gran incidencia de fuentes de emanación de la fracción gruesa de  $PM_{10}$ . En cambio, para la estación CCA, la asociación entre  $PM_{2,5}$  ( $10.8 \text{ ug/m}_3$ ) y de  $PM_{10}$  ( $38,4 \text{ ug/m}_3$ ) es 0.29. Del mismo modo, el dato indica que la zona donde se halla la estación, la influencia es considerable, respecto a las fuentes de emisión de la fracción gruesa de  $PM_{10}$  (EMOV-EP, 2019).

## Concentración $\text{ug/m}_3$

General ▾

Período mostrado: **DESDE:** 2020-01-01 00:00

**HASTA:** 2020-01-01 23:59



Fuente: IERSE, Índice de la calidad del aire (ICA), 2020.

Índice: General



Área de muestreo: 4 Km<sup>2</sup>  
 Precisión: 99,8 %  
 Frecuencia de muestreo: 1 seg

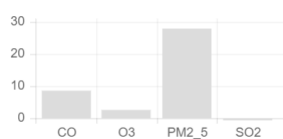
Estadística: General

Mínimo: 0  
 Máximo: 57.5  
 Promedio: 6.908  
 Factor corrección: 1

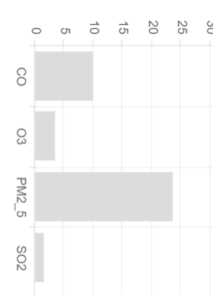
Medición: General

Sensor: Met One BAM-1020  
 Parámetro: ug/m3  
 Estación: ESTACION01  
 Primer valor (día): 7  
 Último valor(día): 3

Comportamiento diario: General



Comportamiento mensual: General



Datos: General

Registros encontrados:1432

No.	Fecha/hora	Prom.
1.	2020-01-01 00:06:00-05 7	
2.	2020-01-01 00:07:00-05 7	
3.	2020-01-01 00:08:00-05 7	
4.	2020-01-01 00:09:00-05 7	
5.	2020-01-01 00:10:00-05 7	
6.	2020-01-01 00:11:00-05 7	
7.	2020-01-01 00:12:00-05 7	
8.	2020-01-01 00:13:00-05 7	
9.	2020-01-01 00:14:00-05 7	
10.	2020-01-01 00:15:00-05 7	
11.	2020-01-01 00:16:00-05 7	

Fuente: IERSE, Índice de la calidad del aire (ICA),2020.

Tabla 34. Concentración promedio en 24 horas de PM<sub>2,5</sub> (ug/m3).

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	26,32	nd	31,44	7,24	7,66	6,37	13,08	14,18	9,95	11,3	10,89	4,38
2	7,56	6,58	21,81	5,08	6,8	7	8,86	13,76	nd	13,73	11,3	3,97
3	5,8	4,99	18,4	7,46	9,67	nd	13,94	7,93	12,09	15,66	7,66	10,28
4	4,93	4,09	19,99	11,89	10,7	nd	9,07	6,76	8,84	25,12	5,89	5,52
5	11,24	nd	14,62	9,99	5,91	10,21	15,73	13,22	7,17	11,12	5,28	6,24
6	7,51	nd	21,58	10,96	5,75	13,93	8,64	15,05	7,65	7,74	5,6	6,98
7	3,52	nd	13,88	8,71	6,42	19,96	6,57	15,51	10,83	8,63	8,91	7,13
8	3,9	nd	19,75	15,79	8,28	14,84	6,73	13,41	13,41	8,57	13,1	nd
9	8,93	nd	17,98	11,95	10,19	7,7	9,81	10,58	15,89	22,74	8,95	nd
10	7,68	nd	8,82	8,43	13,47	10,08	9,23	16,99	17,02	9,13	4,02	12,77
11	5,32	nd	12,44	12,28	14,16	8,71	nd	13,12	14,11	11,67	9,22	29,02
12	8,94	7,66	12,46	11,52	6,22	10,2	nd	15,28	8,19	11,72	5,47	8,11
13	6,93	12,42	13,93	7,6	11,7	8,94	nd	12,83	7,54	6,65	2,65	10,3
14	9,61	10,73	19,09	13,35	8,23	10,69	nd	21,43	9,45	10,06	3,98	9,58
15	8,22	13,89	15,34	9,94	7,07	9,93	nd	32,67	12,66	13,16	5,93	10,29
16	5,47	14,13	15,18	12,25	7,91	4,9	nd	26,33	13,69	9,6	8,71	6,51
17	7,25	12,24	11,88	16,58	10,27	5,6	7,24	12,92	13,92	10,93	9,2	7,58
18	nd	9,67	13,24	9,36	9,54	9,16	7,42	11,17	14,95	7,51	9,57	10,67
19	nd	3,09	11,87	5,84	6,01	8,94	10,32	8,41	11,43	8,07	10,63	9,63
20	2,66	3,58	12,89	5,53	10,67	8,83	7,12	11,37	14,12	12,31	15,12	7,71
21	4,66	10,95	12,39	4,75	12,04	8,03	6,88	13,34	11,24	12,07	12,44	9,67
22	nd	13,44	7,39	18,21	10,19	10,54	9,72	15,69	11,25	9,18	9,83	4,27
23	3,18	10,46	8,52	8,07	9,72	12,08	14,04	22,83	11,83	12,54	10,48	5,44
24	nd	6,12	7,96	9,95	6	12,21	8,6	14,5	18,08	10,34	8,29	4,73
25	nd	12,14	11,79	6,41	8,3	12,68	14,25	20,53	16,45	9,45	3,32	17,82
26	nd	15,97	14,18	6,6	2,78	7,14	11,84	nd	16,17	7,05	7,35	24,12

27	5,06	19,64	12,94	10,76	8,9	11,44	6,63	nd	15,32	7,25	9,04	5,33
28	4,27	26,78	9,03	10,96	7,01	5,32	8,2	7,49	9,05	8,86	10,12	5,06
29	6,85		6,57	11,96	7,44	9,66	12,22	9,71	8,88	10,44	4,2	3,71
30	nd		4,6	9,13	14,37	9,61	13,7	nd	10,65	9,24	7,17	4,19
31	nd		6,89		10,86		15,19	nd		11,68		4,44
Año	10,48											

Fuente: (EMOV-EP, 2019)

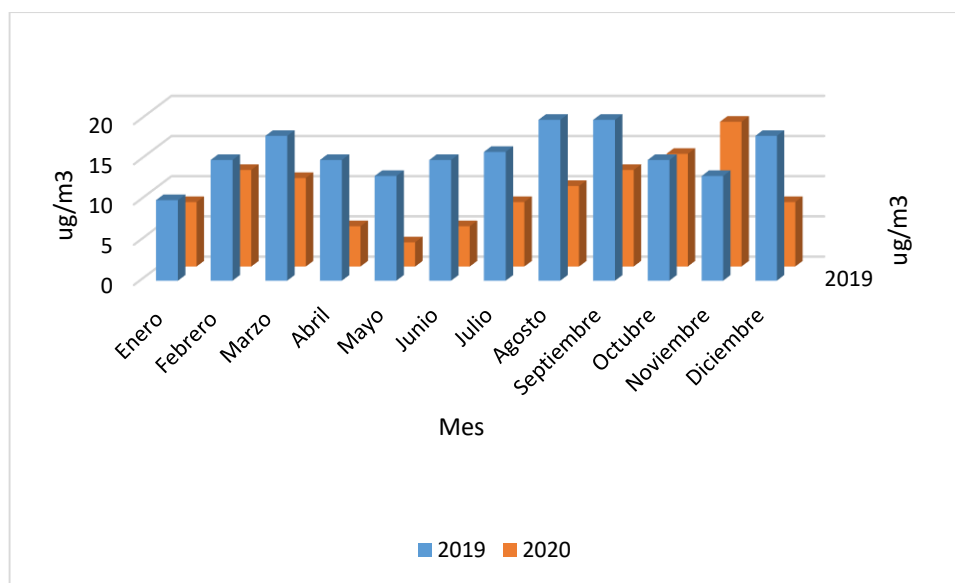


Figura 26. Nivel de polución PM<sub>2,5</sub> de la ciudad de Cuenca de los periodos 2019-2020.

Fuente: Elaboración propia

Para el año 2019, el coeficiente revela que la media de contaminación se encontró por debajo de 10 ug/m<sup>3</sup>, con una tendencia al alza en los meses de septiembre, octubre y noviembre; sin embargo, para finalizar el periodo disminuyó cerca de la mitad del mes anterior. En el lapso del 2020, el rango de los meses comprendidos entre abril a julio tuvo un decrecimiento notable, posiblemente por la crisis sanitaria y las restricciones impuestas por el gobierno, como el confinamiento y restricción vehicular que influyó en la baja contaminación ambiental. No obstante, una vez retornadas las actividades a mediados de julio los niveles empezaron a incrementarse.

#### 4.6 Cálculo de la huella de carbono

La Huella de carbono de la Universidad Católica de Cuenca está definida como la sumatoria de las evaluaciones de las Emisiones Directas (EED) más las evaluaciones de las Emisiones Indirectas (EEI), más emisiones de otras fuentes indirectas (EOF) que aportan a la universidad, expresada de la siguiente manera (Barreda & Polo, 2014).

$$HdC = EED + EEI + EOF \left[ \frac{TN \text{ CO}_2}{\text{Año}} \right]$$

#### 4.7 Evaluación de emisiones indirectas (EEI).

Conociendo también que las actividades de transporte que usan los parqueaderos de la Institución son una fuente importante en elementos que contaminan la atmósfera, tales como: dióxido de carbono, óxido nítrico e hidrocarburos de origen residual.

Los combustibles fósiles están relacionados con grandes impactos ambientales, como el incremento gradual de las temperaturas de la tierra y océano, y la contaminación de la atmósfera. Toda actividad que se relaciona con el transporte consume grandes cantidades de energía. Los datos son obtenidos de 4 diferentes tipos de vehículos: Susuki Forza 1.0L (1993), Peugeot 206 1.6L (2008), Chevrolet Optra 1.8L (2009), SUV Sz 2.0L (2010). El consumo mensual es en base al promedio de compra del combustible de cada uno de los propietarios de los vehículos, el rendimiento es en base a los datos por catálogo de cada vehículo, y el factor de emisión es en base a los datos del Ministerios del Ambiente en Ecuador.

Tabla 35. Resultados de las emisiones directas.

Transporte	Clase de combustible	Demanda Mensual [CM_Galón]	Rendimiento [km/Galón]	Variable de Emisión [kg_CO2/km]
vehículo ≤ 1000cc	Eco país	12,972	15	0,060
1000cc < vehículo ≤ 1600	Eco país	16,216	12	0,060
1600cc < vehículo ≤ 2000	Eco país	21,621	35	0,060
vehículo > 2000cc	Eco país	25,945	28	0,060
	Total	76,754	90	0,24

Fuente: Elaboración propia

Por último, la evaluación de Emisiones Indirectas (EEI) anuales, aluden a doce veces la adición de las emisiones mensuales de cada transporte vehicular, a continuación se muestra la ecuación aritmética establecida (Barreda & Polo, 2014).

$$EEI = \frac{12 \times CM \times R \times FE}{1000}$$

$$EEI = \frac{12 \times 76,754 \times 90 \times 0,24}{1000}$$

$$EEI = 19,895 [TM\_CO_2/Año]$$

#### 4.8 Evaluación de emisión de otras fuentes indirectas (EOF).

Como es de conocimiento, el protocolo de Kioto, sirve de base para realizar un inventario o contabilización de gases de efecto invernadero, representado en toneladas de  $CO_2$  equivalente, mismo que debe considerar los seis tipos de gases entre ellos ( $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $PFC$ ,  $HFC$  y  $SF_6$ ), por lo que la variable de polución se la a considerado como otra fuente que afecta pero a la calidad del aire, además porque uno de los lugares de estudio (Jefatura de Posgrados), se encuentra dentro del parque industrial al noroccidente de la ciudad. En esta zona se localizan las principales fábricas con las distintas actividades que manejan los diferentes sectores del país; por su labor productiva tienden a provocar emisiones como gases de efecto invernadero, los cuales deben ser tomados en cuenta en un análisis adicional.

#### 4.9 Evaluación de emisiones directas (EED).

Se llevó a efecto un inventario en la Universidad Católica de Cuenca de las tres zonas de estudios tomando en cuenta el consumo energético mensual de los años 2019 y 2020.

##### 4.9.1 En función de la demanda de consumo de energía eléctrica

Emisiones asociadas al gasto de energía eléctrica. Para estimar este tipo de emisiones ( $CO_2$ -eq ), se requiere extraer los datos de uso de energía eléctrica en la institución académica para el período analizado en unidades de kWh. Por lo tanto, la información se recopila a través de la factura de consumo de energía eléctrica en la página web de CentroSur.

Después, se procede a efectuar el cálculo del factor de emisión de  $CO_2$  del año 2021, la cifra fue tomada de los registros planteados por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (Ministerio del Ambiente, 2013; Parra, 2015). Al mantener la misma herramienta de cálculo, se consiguen adicionalmente factores continuos de emisión de  $CH_4$  y  $N_2O$  , a causa de la producción de electricidad para el país.

En seguida, se multiplica el valor total de kWh consumidos por la institución académica en el lapso analizado por cada uno de los factores de emisión obtenidos y por su concerniente potencial de calentamiento global, con la finalidad de obtener la totalidad de las emisiones en unidades de  $CO_2$ -eq.

$$E = (Ct \times feCO2 \times PCGCO2) + (Ct \times feCH4 \times PCGCH4) + (Ct \times feCO2 \times PCGN2O) Ec \times$$

Donde:

$E$  = Emisión total de  $CO_2$ -eq por compra de energía eléctrica [t]

$Ct$  = Consumo total de electricidad en el período de estudio [kWh]

$feCO2$  = factor de emisión de  $CO_2$ , 188.82 [g/kWh]

$feCH4$  = factor de emisión de  $CH_4$ , 0.02 [g/kWh]

$fN2O$  = factor de emisión de  $N_2O$ , 0.0013 [g/kWh]

$PCGC02$  = Potencial de Calentamiento Global del  $CO_2$ , 1 (IPCC, 2014).

$PCGCH4$  = Potencial de Calentamiento Global del  $CH_4$ , 28 (IPCC, 2014).

$PCGN2O$  = Potencial de Calentamiento Global del  $N_2O$ , 265 (IPCC, 2014).

Por otra parte, se estimaron los factores de emisión de  $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $N_2O$ , de acuerdo a los datos obtenidos del borrador de Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico Ecuatoriano Año 2017, se consideraron valores del consumo de combustibles para la producción bruta de electricidad del año mencionado.

En el Ecuador, no se habían realizado cálculos sobre los factores de emisión de  $CH_4$  y  $N_2O$ , para validar el análisis se contrastan con los datos de los factores de emisión por electricidad que plantea el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 2017). Este organismo expuso que los factores de emisión por  $CH_4$  figuran entre el 6 y el 13% de la cantidad de los factores de emisión de  $CO_2$ , para  $N_2O$  oscilan entre el 1 y 2%. Los factores de emisión valorados para Ecuador se encuentran por debajo del 1%, respecto a los factores de emisión de  $CO_2$ ; de la misma manera, las cantidades reveladas por la IPCC para Estados Unidos, donde el del  $CH_4$  es superior al del  $N_2O$ .

#### 4.10 Jefatura de Posgrados

La Jefatura de Posgrados tiene 15 programas de maestría que funcionan los fines de semana, con 25 estaciones fijas de trabajo, con un consumo unitario de 85,91W, unas 75 laptops con un consumo de 120W, y 720 lámparas de 110W, dos motores trifásicos de 1500W y un ascensor de 3000W.

##### 4.10.1 Resultados del año 2019 de la Jefatura de Posgrados

Enero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (0 \times 188,82 \times 1) + (0 \times 0,02 \times 28) + (0 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 0 \text{ kWh. g/kWh}$$

Febrero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (26,32 \times 188,82 \times 1) + (26,32 \times 0,02 \times 28) + (26,32 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 1\,321\,966,22 \text{ kWh. g/kWh}$$

Marzo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (23,39 \times 188,82 \times 1) + (23,39 \times 0,02 \times 28) + (23,39 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 1\,174\,802,05 \text{ kWh. g/kWh}$$

Abril

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (21,51 \times 188,82 \times 1) + (21,51 \times 0,02 \times 28) + (21,51 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 1\,080\,375,89 \text{ kWh.g/kWh}$$

Mayo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (23,26 \times 188,82 \times 1) + (23,26 \times 0,02 \times 28) + (23,26 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 1\,168\,272,58 \text{ kWh.g/kWh}$$

Junio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (25,67 \times 188,82 \times 1) + (25,67 \times 0,02 \times 28) + (25,67 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 1\,289\,318,88 \text{ kWh.g/kWh}$$

Julio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (21,98 \times 188,82 \times 1) + (21,98 \times 0,02 \times 28) + (21,98 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 1\,103\,982,43 \text{ kWh.g/kWh}$$

Agosto

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (25,77 \times 188,82 \times 1) + (25,77 \times 0,02 \times 28) + (25,77 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 1\,294\,9341,54 \text{ kWh.g/kWh}$$

Septiembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (17,94 \times 188,82 \times 1) + (17,94 \times 0,02 \times 28) + (17,94 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 901\,066,64 \text{ kWh.g/kWh}$$

Octubre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (19,46 \times 188,82 \times 1) + (19,46 \times 0,02 \times 28) + (19,46 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 977\,411,19 \text{ kWh.g/kWh}$$

Noviembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (21,43 \times 188,82 \times 1) + (21,43 \times 0,02 \times 28) + (21,43 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 1\,076\,357,75 \text{ kWh.g/kWh}$$

Diciembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (22,83 \times 188,82 \times 1) + (22,83 \times 0,02 \times 28) + (22,83 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 1\,146\,675,1 \text{ kWh.g/kWh}$$

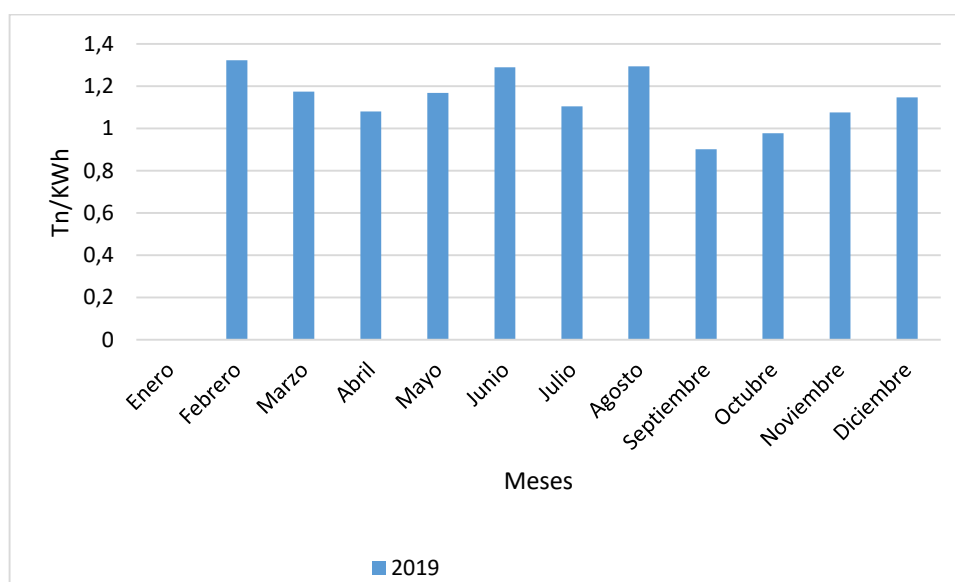


Figura 27. Cálculo del CO<sub>2</sub> de la Jefatura de Posgrados correspondiente al periodo 2019

Fuente: Elaboración propia

#### 4.10.2 Resultados del año 2020 de la Jefatura de Posgrados

Enero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (29,09 \times 188,82 \times 1) + (29,09 \times 0,02 \times 28) + (29,09 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 1\,461\,194,57 \text{ kWh.g/kWh}$$

Febrero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (25,49 \times 188,82 \times 1) + (25,49 \times 0,02 \times 28) + (25,49 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 1\,280\,378,53 \text{ kWh. g/kWh}$$

Marzo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (19,59 \times 188,82 \times 1) + (19,59 \times 0,02 \times 28) + (19,59 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 984\,041,11 \text{ kWh. g/kWh}$$

Abril

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (15,27 \times 188,82 \times 1) + (15,27 \times 0,02 \times 28) + (15,27 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 766\,961,40 \text{ kWh. g/kWh}$$

Mayo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (8,22 \times 188,82 \times 1) + (8,22 \times 0,02 \times 28) + (8,22 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 412\,863,31 \text{ kWh. g/kWh}$$

Junio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (8,5 \times 188,82 \times 1) + (8,5 \times 0,02 \times 28) + (8,5 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 426\,926,78 \text{ kWh. g/kWh}$$

Julio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (8,19 \times 188,82 \times 1) + (8,19 \times 0,02 \times 28) + (8,19 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 411\,356,51 \text{ kWh. g/kWh}$$

Agosto

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (8,53 \times 188,82 \times 1) + (8,53 \times 0,02 \times 28) + (8,53 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 428\,433,58 \text{ kWh. g/kWh}$$

Septiembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (10,17 \times 188,82 \times 1) + (10,17 \times 0,02 \times 28) + (10,17 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 510\,805,34 \text{ kWh. g/kWh}$$

Octubre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (9,44 \times 188,82 \times 1) + (9,44 \times 0,02 \times 28) + (9,44 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 474\,139,86 \text{ kWh. g/kWh}$$

Noviembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (10,13 \times 188,82 \times 1) + (10,13 \times 0,02 \times 28) + (10,13 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 508\,796,27 \text{ kWh. g/kWh}$$

Diciembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (10,51 \times 188,82 \times 1) + (10,51 \times 0,02 \times 28) + (10,51 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 527\,882,41 \text{ kWh. g/kWh}$$

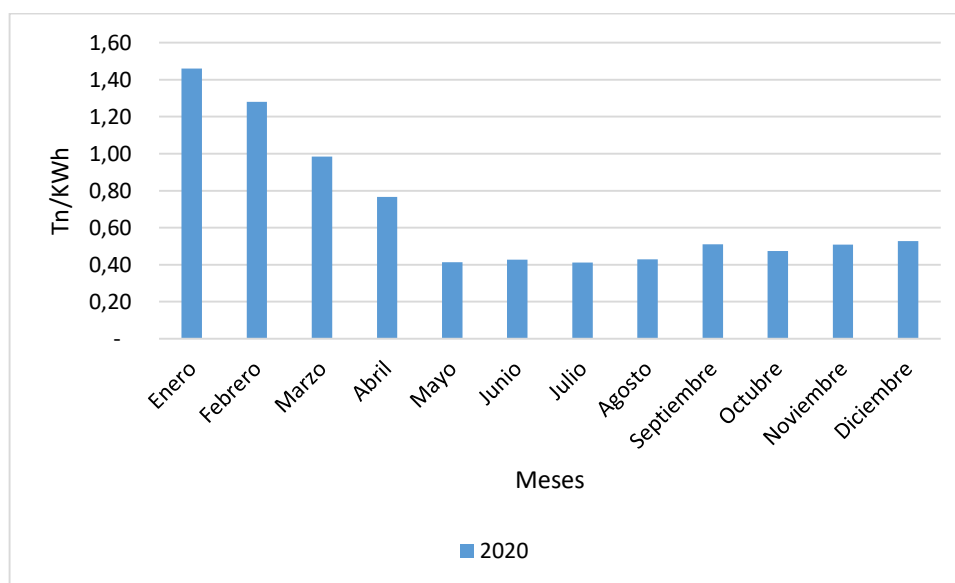


Figura 28. Cálculo del CO<sub>2</sub> de la Jefatura de Posgrados correspondiente al periodo 2020.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.11 Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.

##### 4.11.1 Resultados del año 2019 del CIITT.

Enero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (3,58 \times 188,82 \times 1) + (3,58 \times 0,02 \times 28) + (3,58 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 179\,811,51 \text{ kWh. g/kWh}$$

Febrero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (2,92 \times 188,82 \times 1) + (2,92 \times 0,02 \times 28) + (2,92 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 146\,661,91 \text{ kWh. g/kWh}$$

Marzo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (3,1 \times 188,82 \times 1) + (3,1 \times 0,02 \times 28) + (3,1 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 155\,702,71 \text{ kWh. g/kWh}$$

Abril

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (3,36 \times 188,82 \times 1) + (3,36 \times 0,02 \times 28) + (3,36 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 168\,761,65 \text{ kWh. g/kWh}$$

Mayo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (3,93 \times 188,82 \times 1) + (3,93 \times 0,02 \times 28) + (3,93 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 197\,390,85 \text{ kWh. g/kWh}$$

Junio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (4,52 \times 188,82 \times 1) + (4,52 \times 0,02 \times 28) + (4,52 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 227\,024,59 \text{ kWh. g/kWh}$$

Julio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (7,46 \times 188,82 \times 1) + (7,46 \times 0,02 \times 28) + (7,46 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 374\,691,03 \text{ kWh. g/kWh}$$

Agosto

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (4,67 \times 188,82 \times 1) + (4,67 \times 0,02 \times 28) + (4,67 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 234\,558,60 \text{ kWh. g/kWh}$$

Septiembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (4,18 \times 188,82 \times 1) + (4,18 \times 0,02 \times 28) + (4,18 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 209\,947,52 \text{ kWh. g/kWh}$$

Octubre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (5,03 \times 188,82 \times 1) + (5,03 \times 0,02 \times 28) + (5,03 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 252\,640,2 \text{ kWh. g/kWh}$$

Noviembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (7,09 \times 188,82 \times 1) + (7,09 \times 0,02 \times 28) + (7,09 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 356\,107,16 \text{ kWh. g/kWh}$$

Diciembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (5,4 \times 188,82 \times 1) + (5,4 \times 0,02 \times 28) + (5,4 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 271\,224,07 \text{ kWh. g/kWh}$$

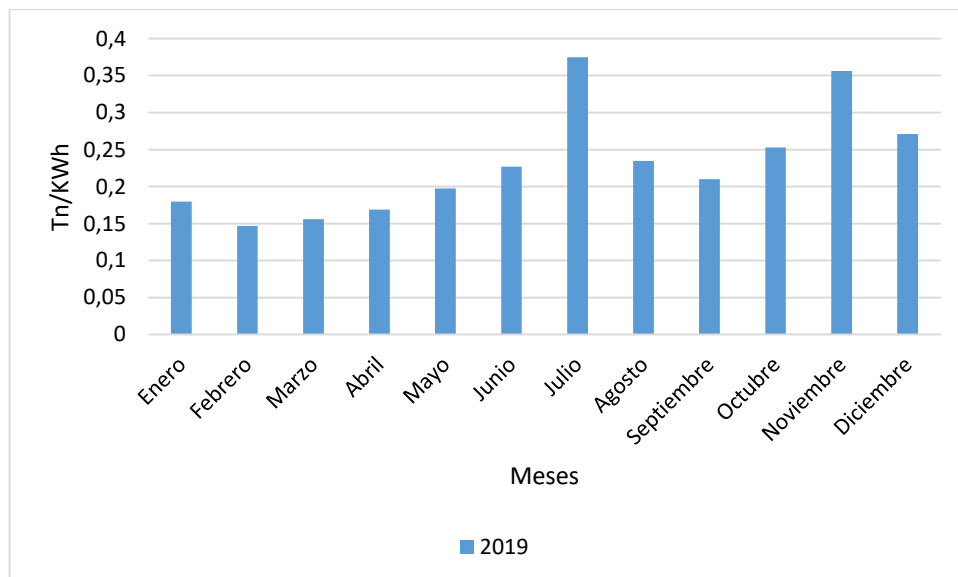


Figura 29. Cálculo del CO<sub>2</sub> del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de tecnología correspondiente al periodo 2019.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.11.2 Resultados del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología del año 2020.

Enero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (6,85 \times 188,82 \times 1) + (6,85 \times 0,02 \times 28) + (6,85 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 344\ 052,76\ kWh.\ g/kWh$$

Febrero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (5,31 \times 188,82 \times 1) + (5,31 \times 0,02 \times 28) + (5,31 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 266\ 703,67\ kWh.\ g/kWh$$

Marzo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (4,13 \times 188,82 \times 1) + (4,13 \times 0,02 \times 28) + (4,13 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 207\ 436,19\ kWh.\ g/kWh$$

Abril

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (2,09 \times 188,82 \times 1) + (2,09 \times 0,02 \times 28) + (2,09 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 104\ 973,76\ kWh.\ g/kWh$$

Mayo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (2,50 \times 188,82 \times 1) + (2,50 \times 0,02 \times 28) + (2,50 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 125\ 566,70\ kWh.\ g/kWh$$

Junio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (4,43 \times 188,82 \times 1) + (4,43 \times 0,02 \times 28) + (4,43 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 222\ 504,19\ kWh.\ g/kWh$$

Julio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (5,32 \times 188,82 \times 1) + (5,32 \times 0,02 \times 28) + (5,32 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 267\,205,94 \text{ kWh. g/kWh}$$

Agosto

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (3,41 \times 188,82 \times 1) + (3,41 \times 0,02 \times 28) + (3,41 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 171\,272,98 \text{ kWh. g/kWh}$$

Septiembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (3,41 \times 188,82 \times 1) + (3,41 \times 0,02 \times 28) + (3,41 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 171\,272,98 \text{ kWh. g/kWh}$$

Octubre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (3,02 \times 188,82 \times 1) + (3,02 \times 0,02 \times 28) + (3,02 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 151\,684,57 \text{ kWh. g/kWh}$$

Noviembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (2,51 \times 188,82 \times 1) + (2,51 \times 0,02 \times 28) + (2,51 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 126\,068,97 \text{ kWh. g/kWh}$$

Diciembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (2,48 \times 188,82 \times 1) + (2,48 \times 0,02 \times 28) + (2,48 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 124\,562,17 \text{ kWh. g/kWh}$$

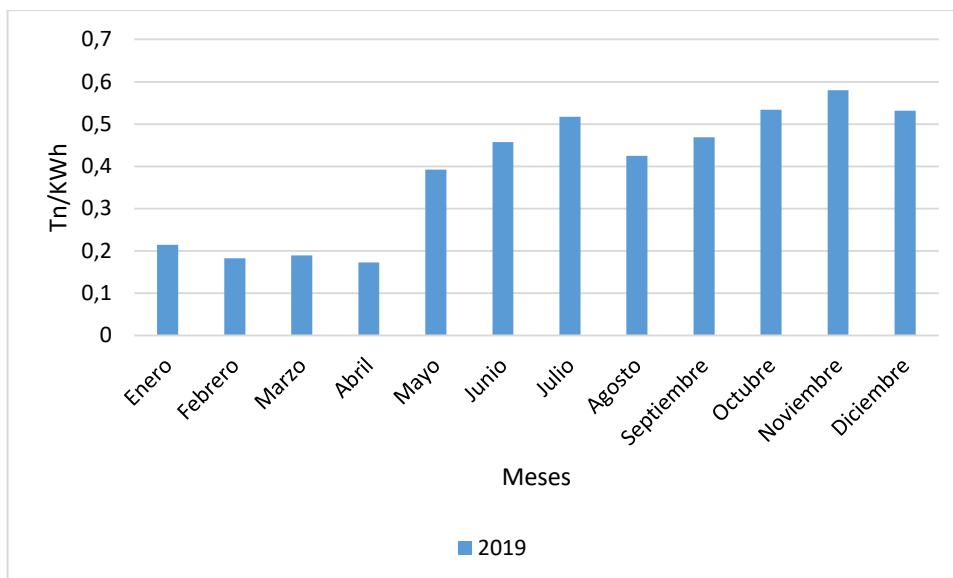


Figura 30. Cálculo del CO<sub>2</sub> del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de tecnología correspondiente al periodo 2020.

Fuente: Elaboración propia

## 4.12 Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción

### 4.12.1 Resultados de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción del año 2019

Enero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (4,27 \times 188,82 \times 1) + (4,27 \times 0,02 \times 28) + (4,27 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 214\,467,92 \text{ kWh. g/kWh}$$

Febrero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (3,63 \times 188,82 \times 1) + (3,63 \times 0,02 \times 28) + (3,63 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 182\,322,85 \text{ kWh. g/kWh}$$

Marzo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (3,77 \times 188,82 \times 1) + (3,77 \times 0,02 \times 28) + (3,77 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 189\,354,58 \text{ kWh. g/kWh}$$

Abril

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (3,43 \times 188,82 \times 1) + (3,43 \times 0,02 \times 28) + (3,43 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 172\,277,51 \text{ kWh. g/kWh}$$

Mayo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (7,81 \times 188,82 \times 1) + (7,81 \times 0,02 \times 28) + (7,81 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 392\,279,37 \text{ kWh. g/kWh}$$

Junio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (9,1 \times 188,82 \times 1) + (9,1 \times 0,02 \times 28) + (9,1 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 457\,062,79 \text{ kWh. g/kWh}$$

Julio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (10,29 \times 188,82 \times 1) + (10,29 \times 0,02 \times 28) + (10,29 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 516\,832,54 \text{ kWh. g/kWh}$$

Agosto

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (8,45 \times 188,82 \times 1) + (8,45 \times 0,02 \times 28) + (8,45 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 424\,415,47 \text{ kWh. g/kWh}$$

Septiembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (9,33 \times 188,82 \times 1) + (9,33 \times 0,02 \times 28) + (9,33 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 468\,614,92 \text{ kWh. g/kWh}$$

Octubre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (10,63 \times 188,82 \times 1) + (10,63 \times 0,02 \times 28) + (10,63 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 533\,909,61 \text{ kWh. g/kWh}$$

Noviembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (11,54 \times 188,82 \times 1) + (11,54 \times 0,02 \times 28) + (11,54 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 579\,615,89 \text{ kWh. g/kWh}$$

Diciembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (10,58 \times 188,82 \times 1) + (10,58 \times 0,02 \times 28) + (10,58 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 531\,398,27 \text{ kWh. g/kWh}$$

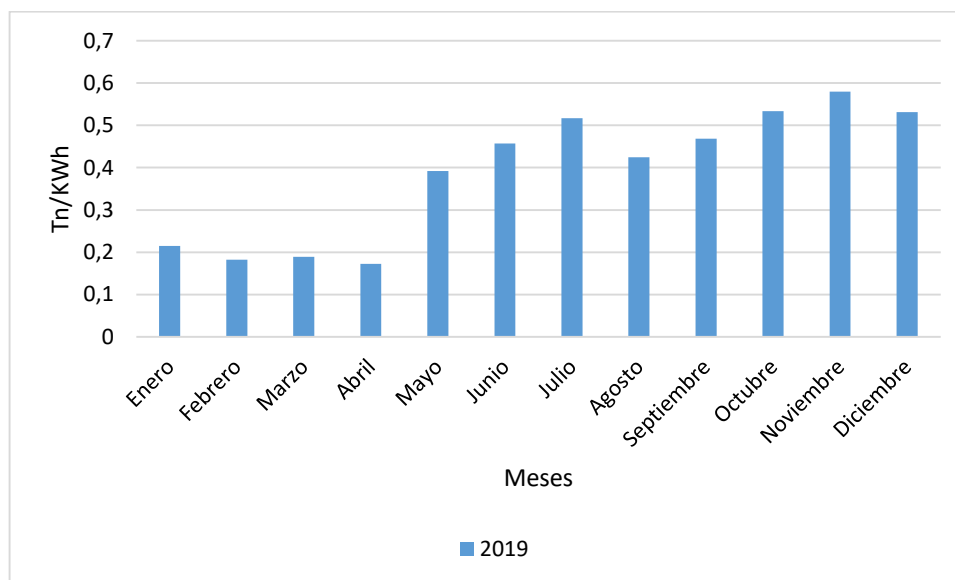


Figura 31. Cálculo del CO<sub>2</sub> de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción correspondiente al periodo 2019.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.12.2 Resultados de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción del año 2020

Enero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (11,26 \times 188,82 \times 1) + (11,26 \times 0,02 \times 28) + (11,26 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 565\,552,42 \text{ kWh. g/kWh}$$

Febrero

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (9,92 \times 188,82 \times 1) + (9,92 \times 0,02 \times 28) + (9,92 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 498\,248,67 \text{ kWh. g/kWh}$$

Marzo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (9,66 \times 188,82 \times 1) + (9,66 \times 0,02 \times 28) + (9,66 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 485\,189,73 \text{ kWh. g/kWh}$$

Abril

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (8,43 \times 188,82 \times 1) + (8,43 \times 0,02 \times 28) + (8,43 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 423\,410,91 \text{ kWh. g/kWh}$$

Mayo

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (9,24 \times 188,82 \times 1) + (9,24 \times 0,02 \times 28) + (9,24 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 464\,094,52 \text{ kWh. g/kWh}$$

Junio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (8,41 \times 188,82 \times 1) + (8,41 \times 0,02 \times 28) + (8,41 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 422\,406,38 \text{ kWh. g/kWh}$$

Julio

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (8,91 \times 188,82 \times 1) + (8,91 \times 0,02 \times 28) + (8,91 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 447\,519,72 \text{ kWh. g/kWh}$$

Agosto

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (8,22 \times 188,82 \times 1) + (8,22 \times 0,02 \times 28) + (8,22 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 412\,863,31 \text{ kWh. g/kWh}$$

Septiembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (7,28 \times 188,82 \times 1) + (7,28 \times 0,02 \times 28) + (7,28 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 365\,650,23 \text{ kWh. g/kWh}$$

Octubre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (7,50 \times 188,82 \times 1) + (7,50 \times 0,02 \times 28) + (7,50 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 376\,700,10 \text{ kWh. g/kWh}$$

Noviembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC0_2) + (Ct \times feCH_4 \times PCGCH_4) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (8,85 \times 188,82 \times 1) + (8,85 \times 0,02 \times 28) + (8,85 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 444\,506,12 \text{ kWh. g/kWh}$$

Diciembre

$$E = (Ct \times feCO_2 \times PCGC_{CO_2}) + (Ct \times feCH_4 \times PCGC_{CH_4}) + (Ct \times feCO_2 \times PCGN_2O)$$

$$E = (8,94 \times 188,82 \times 1) + (8,94 \times 0,02 \times 28) + (8,94 \times 188,82 \times 265)$$

$$E = 449\,029,52 \text{ kWh. g/kWh}$$

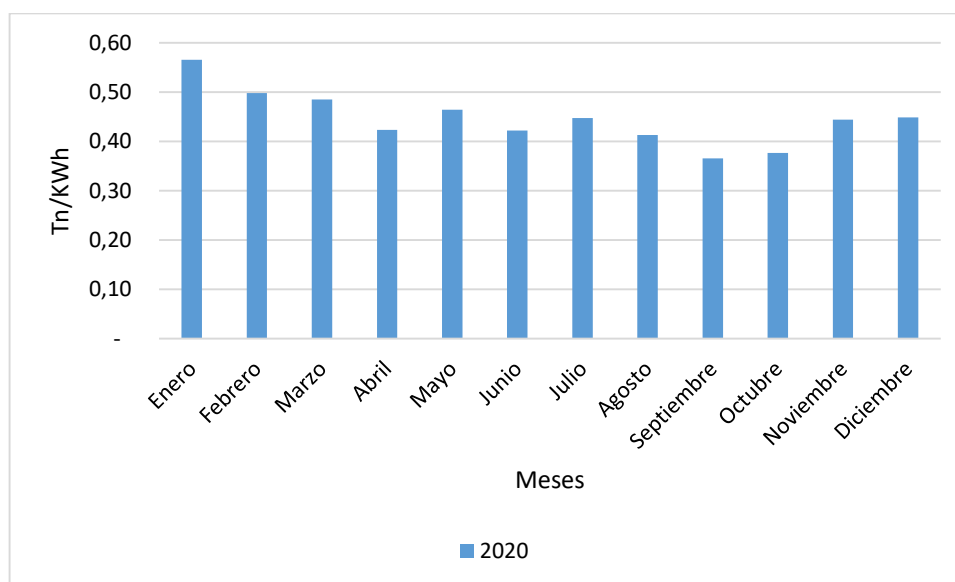


Figura 32. Cálculo del CO<sub>2</sub> de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción correspondiente al periodo 2020.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.13 RESULTADOS DE LA HUELLA DE CARBONO DE LAS TRES ZONAS DE ESTUDIO.

Tabla 36. Resultado de la huella de carbono del CIITT del año 2019.

	Enero- Diciembre 2019	
	gr/KWh	Tn/KWh
Enero	179 811,5144	0,17981151
Febrero	146 661,9056	0,14666191
Marzo	155 702,708	0,15570271
Abril	168 761,6448	0,16876164
Mayo	197 390,8524	0,19739085
Junio	227 024,5936	0,22702459
Julio	374 691,0328	0,37469103
Agosto	234 558,5956	0,2345586
Septiembre	209 947,5224	0,20994752
Octubre	252 640,2004	0,2526402
Noviembre	356 107,1612	0,35610716
Diciembre	271 224,072	0,27122407

	2 G774	
<b>Total</b>	521,803	2,7745218

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Resultado de huella de carbono del CIITT del año 2020.

Enero- Diciembre 2020		
	gr/KWh	Tn/KWh
Enero	344 052,76	0,34
Febrero	266 703,67	0,27
Marzo	207 436,19	0,21
Abril	104 973,76	0,10
Mayo	125 566,70	0,13
Junio	222 504,19	0,22
Julio	267 205,94	0,27
Agosto	171 272,98	0,17
Septiembre	171 272,98	0,17
Octubre	151 684,57	0,15
Noviembre	126 068,97	0,13
Diciembre	124 562,17	0,12
<b>Total</b>	<b>2 283 304,87</b>	<b>2,28</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Resultado de la huella de carbono de la Jefatura de Posgrados del año 2019.

Enero- Diciembre 2019		
	gr/KWh	Tn/KWh
Enero	0	0
Febrero	1 321 966,218	1,32196622
Marzo	1 174 802,045	1,17480205
Abril	1 080 375,887	1,08037589
Mayo	1 168 272,577	1,16827258
Junio	1 289 318,876	1,28931888
Julio	1 103 982,426	1,10398243
Agosto	1 294 341,544	1,29434154
Septiembre	901 066,6392	0,90106664
Octubre	977 411,1928	0,97741119
Noviembre	1 076 357,752	1,07635775
Diciembre	1 146 675,104	1,1466751
<b>Total</b>	<b>12 534 570,26</b>	<b>12,5345703</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Resultado de huella de carbono de la Jefatura de Posgrados del año 2020.

Enero- Diciembre 2020		
Meses	gr/KWh	Tn/KWh
Enero	1 009 154,45	1,01
Febrero	1 280 378,53	1,28
Marzo	984 041,11	0,98
Abril	766 961,40	0,77
Mayo	412 863,31	0,41
Junio	426 926,78	0,43
Julio	411 356,51	0,41
Agosto	428 433,58	0,43
Septiembre	510 805,34	0,51
Octubre	474 139,86	0,47
Noviembre	508 796,27	0,51
Diciembre	527 882,41	0,53
<b>Total</b>	<b>7 741 739,55</b>	<b>7,74</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40.: Resultado de la huella de carbono de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción del año 2019.

Enero- Diciembre 2019		
Meses	gr/KWh	Tn/KWh
Enero	214 467,9236	0,21446792
Febrero	182 322,8484	0,18232285
Marzo	189 354,5836	0,18935458
Abril	172 277,5124	0,17227751
Mayo	392 270,3708	0,39227037
Junio	457 062,788	0,45706279
Julio	516 832,5372	0,51683254
Agosto	424 415,446	0,42441545
Septiembre	468 614,9244	0,46861492
Octubre	533 909,6084	0,53390961
Noviembre	579 615,8872	0,57961589
Diciembre	531 398,2744	0,53139827
<b>Total</b>	<b>4 662 542,704</b>	<b>4,6625427</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Resultado de la huella de carbono de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción del año 2020.

Enero- Diciembre 2020		
Meses	gr/KWh	Tn/KWh
Enero	565 552,42	0,57
Febrero	498 248,67	0,50
Marzo	485 189,73	0,49
Abril	423 410,91	0,42
Mayo	464 094,52	0,46
Junio	422 406,38	0,42
Julio	447 519,72	0,45
Agosto	412 863,31	0,41
Septiembre	365 650,23	0,37
Octubre	376 700,10	0,38
Noviembre	444 506,12	0,44
Diciembre	449 026,52	0,45
<b>Total</b>	<b>5 355 168,62</b>	<b>5,36</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Resultados promedios de la huella de carbono de las zonas de estudios.

	2019	2020	Promedio	Unidad
CIITT	2,77	2,28	2,525	Tn de CO2 /KWh
Posgrados	12,53	7,74	10,135	Tn de CO2 /KWh
UAIC	4,66	5,36	5,01	Tn de CO2 /KWh

Fuente: Elaboración propia

Con los datos calculados por cada mes y durante los años 2019 y 2020, se calcula la emisión directa en base a la demanda de energía eléctrica, misma que nos da:

$$EED_{2019} = EED_{CIITT} + EED_{Posgrados} + EED_{UAIC}$$

$$EED_{2019} =$$

$$EED_{2019} = EED_{CIITT} + EED_{Posgrados} + EED_{UAIC}$$

$$EED_{2019} = 2,77 + 12,53 + 4,66$$

$$EED_{2019} = 19,96 \text{ TnCO}_2/\text{KWh}$$

$$EED_{2020} =$$

$$EED_{2020} = EED_{CIITT} + EED_{Posgrados} + EED_{UAIC}$$

$$EED_{2020} = 2,28 + 7,74 + 5,36$$

$$EED_{2020} = 15,38 \text{ TnCO}_2/\text{KWh}$$

El promedio de EED =  $17,67 \text{ TnCO}_2/\text{KWh}$

Finalmente, con los datos obtenidos de las emisiones directas e indirectas, realizamos la suma total dándonos:

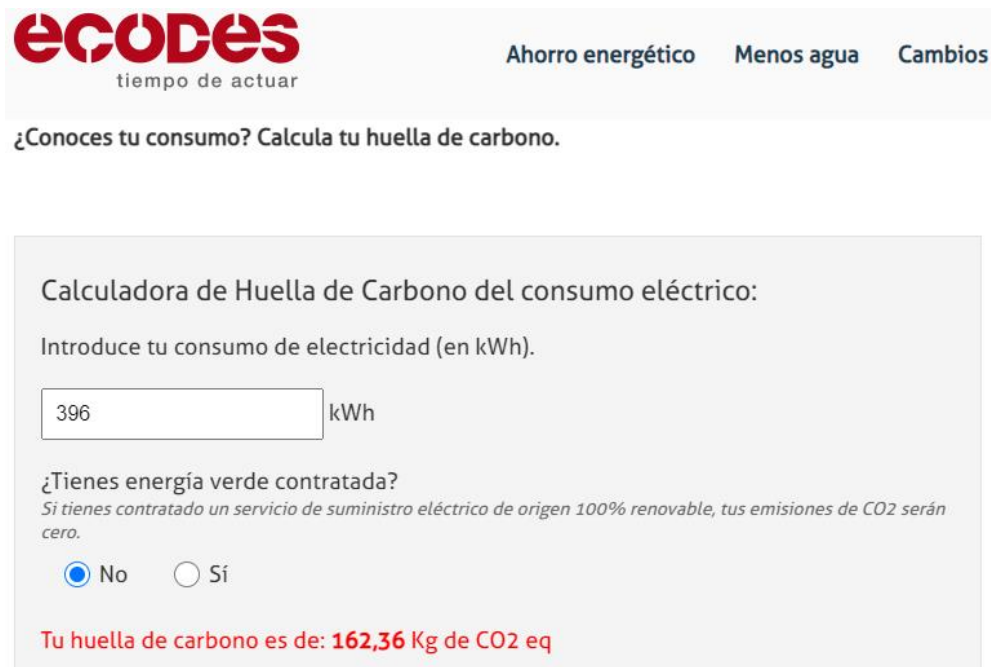
$$HdC = EED + EEI + EOF$$

$$HdC_{UCACUE} = 17,67 \text{ Tn CO}_2/\text{kwh} + 19,89 \text{ Tn CO}_2/\text{Año} + 0$$

$$HdC_{UCACUE} = 37,56 \text{ Tn CO}_2$$

Contrastación de los resultados obtenidos manualmente con diferentes calculadoras de la web que determinan la huella de carbono, en función del consumo eléctrico.

Software ECODES



The image shows the ECODES website interface. At the top, the logo 'ecodes' is displayed in red with the tagline 'tiempo de actuar' below it. To the right, there are three navigation links: 'Ahorro energético', 'Menos agua', and 'Cambios'. Below the header, a prompt asks '¿Conoces tu consumo? Calcula tu huella de carbono.' The main content area is titled 'Calculadora de Huella de Carbono del consumo eléctrico:'. It prompts the user to 'Introduce tu consumo de electricidad (en kWh)'. A text input field contains the number '396' and is followed by the unit 'kWh'. Below this, there is a question '¿Tienes energía verde contratada?' with a sub-note: 'Si tienes contratado un servicio de suministro eléctrico de origen 100% renovable, tus emisiones de CO2 serán cero.' There are two radio button options: 'No' (which is selected) and 'Sí'. At the bottom of the calculator, the result is displayed in red text: 'Tu huella de carbono es de: 162,36 Kg de CO2 eq'.

Figura 33. Resultado obtenido en el software Ecodes del año 2019  
Fuente: Elaboración propia

¿Conoces tu consumo? Calcula tu huella de carbono.

Calculadora de Huella de Carbono del consumo eléctrico:

Introduce tu consumo de electricidad (en kWh).

kWh

¿Tienes energía verde contratada?  
*Si tienes contratado un servicio de suministro eléctrico de origen 100% renovable, tus emisiones de CO2 serán cero.*

No  Sí

**Tu huella de carbono es de: 125,46 Kg de CO2 eq**

Figura 34. Resultado obtenido en el software Ecodes del año 2020.

Fuente: Elaboración propia

Tu huella personal se calcula dividiendo el consumo de energía por el número de personas que viven en tu casa.

¿Cuántas personas viven en tu casa?

Si deseas calcular la huella total de tu vivienda, selecciona "1".

Electricidad:  kWh at a factor of  kgCO2e/kWh [¿qué es esto?](#)

Gas natural:  kWh

Gasóleo:  galones (EEU)

Carbón:  kWh

GLP:  termias

Propano:  galones (EEU)

Pellets de madera:  toneladas

Calcular la huella de la vivienda

**Huella total de Vivienda = 0.18 toneladas de CO2** [Compensar ahora](#)

0.18 toneladas: 396 kWh of electricity at 0.4532 kgCO2e/kWh [eliminar](#)

Figura 35. Resultado obtenido en el software Carbon Footprint del año 2019.

Fuente: Elaboración propia

Tu huella personal se calcula dividiendo el consumo de energía por el número de personas que viven en tu casa.

¿Cuántas personas viven en tu casa?

Si deseas calcular la huella total de tu vivienda, selecciona "1".

Electricidad:  kWh at a factor of  kgCO<sub>2</sub>e/kWh [¿qué es esto?](#)

Gas natural:  kWh

Gasóleo:  galones (EEU)

Carbón:  kWh

GLP:  termias

Propano:  galones (EEU)

Pellets de madera:  toneladas

**Calcular la huella de la vivienda**

**Huella total de Vivienda = 0.14 toneladas de CO<sub>2</sub>**

0.14 toneladas: 306 kWh of electricity at 0.4532 kgCO<sub>2</sub>e/kWh [eliminar](#)

Figura 36. Resultado obtenido en el software Carbon Footprint del año 2020.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. : Resultados obtenidos con la aplicación, de diferentes softwares.

	KWh	Software ECODES	Software Carbon Footprint	Unidades
Año 2019	396,24	0,1623	0,18	TN de CO <sub>2</sub>
Año 2020	306,22	0,1254	0,14	TN de CO <sub>2</sub>
<b>Total</b>		<b>0,14385</b>	<b>0,16</b>	<b>TN de CO<sub>3</sub></b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Resultados finales de comparación entre lo manual y los resultados del software totales de la huella de carbono de la Universidad Católica de Cuenca.

	Resultados obtenidos manualmente	Software ECODES	Software Carbon Footprint	Unidades
Año 2019	19,96	0,1623	0,18	TN de CO <sub>2</sub>
Año 2020	15,38	0,1254	0,14	TN de CO <sub>2</sub>
<b>Total</b>	<b>17,67</b>	<b>0,14385</b>	<b>0,16</b>	<b>TN de CO<sub>3</sub></b>

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

- Se consiguió determinar la huella de carbono de la Universidad Católica de Cuenca del año 2019 y 2020, obteniendo un promedio total de 37,56 Tn CO<sub>2</sub>, en base a la metodología planteada, y considerando las características de la zona de estudio que se encuentra ubicado a 2550 ms.n.m, con una temperatura ambiente promedio de 14,16 °C, una velocidad de viento promedio de 2,40 m/s, y con una dirección de viento sureste promedio de 109,46° .
- Una de las variables que afecta la calidad del aire es la polución, dentro de nuestra investigación el valor promedio es de 10 ug/m<sub>3</sub>, misma que al ser analizada con los datos de las estaciones meteorológicas afectarían las emisiones generadas en la zona industrial de la Ciudad de Cuenca hacia los lugares aledaños.
- Con los datos de las estaciones meteorológicas tanta radiación solar, características del viento, condiciones ambientales se podría plantear en otro estudio la factibilidad de incorporar energías renovables con la finalidad de reducir la huella de carbono.
- Luego del análisis del estado del arte existen varias investigaciones relacionadas al cálculo de la huella de carbono, mismas que contemplan a la variable demanda eléctrica como una de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, no obstante, en los mismos estudios se puede identificar otras variables que se sugiere ser complementadas al presente estudio.
- En base a las variables determinadas en el presente estudio y con las calculadoras de la huella de carbono que se encuentra en la web podemos concluir que existe una variación muy grande en los resultados ,porque los resultados obtenidos no llegan ni al 1 % en relación con el resultado obtenido manualmente, esto se da en vista de que utiliza un solo factor constante que multiplica al dato de la demanda eléctrica, los software que se encuentra en internet, por ende en nuestros trabajo encontramos resultados altos debido a las diferentes variables que se consideró.
- Dentro de un comparativo de los tres lugares de estudio se pudo constatar que en la Jefatura de Posgrados se encuentra el 57 % de la huella de carbono muy elevada a comparación del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de tecnología con el 14,26 % y finalmente la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción con el 28,35%,
- La Jefatura de Posgrados se encuentra ubicada en una zona industrial, por encontrarse en ese lugar los costos de energía son más altos, puede ser uno de los factores que altere los datos de la Jefatura de Posgrados para que la huella de

carbono en ese sector sea mayor, también se encuentra mayor movilidad de vehículos y por ende gran cantidad de partículas como el  $pm_{2,5}$  que al elevarse con los factores climáticos como la temperatura y al ser transportados por la velocidad y dirección del viento, todos esos contaminantes se propagan para la ciudad de Cuenca.

- Las emisiones directas de la Universidad Católica de Cuenca son el consumo de energía eléctrica, por ende, es muy alto debido a los diferentes proyectos que se siguen construyendo constantemente en las diferentes áreas.
- El uso del transporte dentro de la Universidad se consideró como fuente de emisiones indirectas, porque los parqueaderos son la fuente principal de contaminantes como son el dióxido de carbono, óxidos de nitrógenos, hidrocarburos, etc., causan grandes impactos ambientales como en nuestro caso aportan con el 52,95 % de las emisiones indirectas dentro de la UCACUE, y las emisiones directas con el 47,04 %.
- Dentro de las emisiones de otras fuentes indirectas no se consideró ya que para esto se debió realizar un inventario de los gases de efecto invernadero en base a lo que establece el protocolo de Kioto.
- El resultado obtenido de la HdC en la universidad es muy alto ya que se consideró en la fuente de emisiones indirectas el dato de un solo carro y como en las tres áreas que se realizó el estudio ingresan varios carros al día por ende se sugiere que continúen el estudio contabilizando con datos precisos de los automóviles.

## **CAPITULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar el mismo estudio comparativo entre las diferentes Unidades Académicas de la Universidad Católica de Cuenca tomando en cuenta las características de los de los equipos presentes para contrastar los resultados obtenidos.
- Utilizar tecnología LED en la Universidad para la iluminación con esto se lograría disminuir el consumo energético logrando de la misma manera reducir la huella de carbono, como también implementar sensores de presencia para evitar que las luces pasen encendidas sin estar personas dentro de los salones de clases y en las oficinas.
- Implementar sistemas de energías renovables en las zonas de estudio en base a los datos de las mediciones meteorológicas obtenidas dentro del presente estudio.
- Motivar a los docentes y estudiantes de las diferentes facultades para la generación de nuevos proyectos y una buena planificación de estos que vayan de la mano con energías renovables.
- Acordar convenios con la empresa CENTROSUR de la ciudad de Cuenca, que impulsen proyectos académicos, que permitan en base a la metodología planteada en esta investigación calcular la huella de carbono tanto en el sector público como privado.
- Socializar los resultados obtenidos de la huella de carbono para que de esta manera los estudiantes, docentes, investigadores y público en general conozcan, se interesen y puedan proponer cambios para reducir la misma.
- Poner en marcha una campaña de concientización para que de esta manera todos los estudiantes, docentes y administrativos conozcan sobre los daños que causan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) logrando de manera indirecta reducir los gastos económicos del consumo de energía eléctrica en la Universidad Católica de Cuenca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pandey, D. M., Agrawal, & Pandey, J. (2010). Carbon footprint: current methods of estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 178(1-4), 135-160.
- Wiedmann, T. (2009). Carbon Footprint and Input-Output Analysis - An Introduction. *Economic Systems Research*, 21, 175-186.
- Stenemann, J., Clarke, & Vanderbergh, M. A. (2008). A Comparison of Carbon Calculators. *Environmental Impact Assessment Review*, 28, 106-115.
- Hertwich, E., & Peters, G. P. (2009). Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis. *Environmental Science & Technology*, 43, 6414-6420.
- Minx, J. C., & Wiedman, T. (2010). Input-Output analysis and carbon footprinting: an overview of applications. *Economic Systems Research*, 21(3), 187-216 .
- Schneider, H., & Samaniego, J. L. (2009). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios, documentos de proyectos*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL. (2009). *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña*. Comisión Económica Para América Latina e el Caribe.
- Espíndola, C., & Valderrama, J. (2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información Tecnológica*, 23(1), 163-176.
- Yedla, S., & Parikh, J. K. (2001). Economic evaluation of a landfill system with gas recovery for municipal solid waste management: a case study. *Int J Environment and Pollution*, 15(4): 433-447.
- Bhide, A. D. (1994). Methane emission from landfills. *Journal IAEM*, 21(1): 1-7.
- IPCC. (1999). *Informe Especial del IPCC. La Aviación y la Atmósfera Global. Resumen para los responsables de políticas*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ICONTEC. (2006. 23 p). *Norma Técnica Colombiana: NTC-ISO 14.064-1. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación*. Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra, Suiza: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Cook, J., Oreskes, N., Doran, P. T., Anderegg, W. R., Verheggen, B., Maibach, E. W., & Nuccitelli, D. (2016). Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environmental Research Letters*, 11(4), 048002.
- Matthews, H. S., Hendrickson, C. T., & Weber, C. L. (2008). The importance of carbon footprint estimation boundaries. *Environ. Sci. Technol*, 42(16): p. 5839-5842.

- Salazar, F., Valencia, M., Velasco, A., & Ochoa-Herrera, V. (2019). Actualización de la huella de carbono de la Universidad San Francisco de Quito USFQ para el año 2015. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 11 (18), 254 – 265.
- Universidad San Francisco de Quito. (2012). *Cambio climático*. Obtenido de <http://www.quitoambiente.com/index.php/cambio-climatico>
- UNEP. (2012). *Cambio Climático*. Obtenido de [http://www.unep.org/pdf/Climate\\_change\\_sp.pdf](http://www.unep.org/pdf/Climate_change_sp.pdf)
- Amestoy, J. (2010). *El planeta Tierra en peligro: Calentamiento Global, Cambio Climático, Soluciones*. Alicante: Editorial Club Universitario.
- Ayllón, T. (2003). *Elementos de Meteorología y Climatología*. México: Trillas.
- Casper, J. (2009). *Greenhouse gases: worldwide impacts*. New York: Infobase.
- WMO. (2012). *WMO Annual Climate Statement Confirms 2012 as Among Top Ten Warmest Years*. Obtenido de World Meteorological Organization: [http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press\\_releases/pr\\_972\\_en.htm](http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_972_en.htm) l
- Modi, V., Lallement, S. M., & Saghir, J. (2005). *Energy services for the Millennium Development goals*. Obtenido de <http://www.energyandenvironment.undp.org/undp/indexAction.cfm?module=Library&action=GetFile&DocumentID=576>
- OMS. (2008). *LA REDUCCIÓN DE SU HUELLA DE CARBONO PUEDESER BUENA PARA SU SALUD*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/world-health-day/toolkit/annexe%201-S.pdf>
- Crespo, L., & Jiménez, F. (2013). Evaluación de las emisiones de CO<sub>2</sub> del tráfico por carretera (herramienta CO<sub>2</sub>TA). *Ingeniería Civil*, 172;45-77.
- GFN. (2008). *A time for change: Global footprint network 2008 annual report*. Oakland: Global Footprint Network.
- Strachan, P. (2005). *Carbon footprint of the university of Strathclyde*. Strathclyde: Glasgow.
- Universidad Santiago de Compostela. (2007). *Memoria de responsabilidad social 2006-2007 de la Universidad de Santiago de Compostela*. Obtenido de <http://www.usc.es/~calidade/memoria/0702.html>
- Mendoza, R., Quintero, R., & Ortíz, I. (2019). The carbon footprint of a public university campus in Mexico City. *Carbon Management*, 10(5); 501-511.
- BDAL. (2018). *Proyectos piloto*. Cuenca: Banco de Desarrollo de América Latina.
- Constitución del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito-Ecuador: Registro Oficial, 449, 20-10.
- Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Naciones Unidas. (1997). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Kyoto: Naciones Unidas.
- Ley de Gestión Ambiental. (2004). *Codificación 19. 1-14*. Quito: H. Congreso Nacional.

- Ministerio del Ambiente. (2012). *Estrategia Nacional del Cambio Climático 2012 - 2025*. Quito: Ministerio del Ambiente.
- European Commission. (2007). *Carbon Footprint What is it and how to measure it? European Platform on LCA*. Obtenido de [http://lca.jrc.ec.europa.eu/Carbon\\_footprint.pdf](http://lca.jrc.ec.europa.eu/Carbon_footprint.pdf)
- Osorno, S. E., Cárdenas, C. E., & Restrepo, R. H. (2017). HUELLA DE CARBONO, GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO. *REVISTA TECNOLÓGICO DE ANTIOQUIA*, 2.
- Wang, C., Wang, L., Liu, X., Du, C., Ding, D., Jia, J., . . . Wu, G. (2015). La huella de carbono de la materia textil a lo largo de su ciclo de vida: un estudio de camisas de algodón chino. *Elsevier*, 88(A); 464–475.
- Chalak, A., Al-Naghi, H., Irani, A., & Abou-Zeid, M. (2016). Comportamiento de los servicios de autobús acondicionadas en el Gran Beirut: Implicaciones para las emisiones de gases de efecto invernadero, el bienestar social y la política de transportes. *Elsevier*, 88(A); 265–285.
- ADAPT CHILE . (2014). *Manual de Medición de la Huella de carbono a Nivel Comunal*. Santiago de Chile: Adapt Chile Resiliencia al Cambio Climático.
- Ramos, D. C. (2016). EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL CANTÓN GUANO. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.
- Rodríguez, M. F., Egúez, J. C., Marroquin, K. E., Haro, R. H., & Andrade, M. C. (2013). La Huella de Carbono y la Campaña De Marketing Verde. *In Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista digital universitaria*, 8(10); 2-12.
- IDEAM. (2007). *IDEAM SUBDIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA 1*. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM): <https://cambioclimatico-regatta.org/index.php/es/instituciones-clave/item/instituto-de-hidrologia-meteorologia-y-estudios-ambientales-ideam>
- Zilio, M. (2008). Emisiones de dióxido de carbono en América Latina Un aporte al estudio. *Economía y Sociedad*, 14(22); 133-161.
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2018). *El 28 de Enero se celebró el Día Mundial por la Reducción de las Emisiones de CO2 (Dióxido de Carbono)*. Obtenido de Ministerio del Ambiente y Agua: <https://www.ambiente.gob.ec/el-28-de-enero-se-celebro-el-dia-mundial-por-la-reduccion-de-las-emisiones-de-co2-dioxido-de-carbono/>
- Gobierno de Quito. (2015). *Quito*. Obtenido de Huella de Ciudades: <http://huelladeciudades.com/calculadorasquito/huella-carbono.html>
- Tomalá, A. O. (2018). *EVALUACIÓN DE LA ENERGÍA CONTENIDA, EMISIONES DE CO2 Y MATERIAL PARTICULADO EN LA FABRICACIÓN DEL LADRILLO SEMI-MECANIZADO TOCHANO EN CUENCA, A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV)*. Obtenido de Universidad de Cuenca:

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29319/1/MscArqAndrésVenegas.pdf>

Estévez, R. (2013). *Ecointeligencia*.

Loor, M. J. (2016). Estimación de la Huella de Carbono 2009-2013 de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo . *Universidad de Especialidades Espíritu Santo* , 29.

Gobierno de España. (2017). *Informe Huella de Carbono* . España: INCLAM GRUPO.

Chafra, D. (2016). *EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL CANTÓN GUANO*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:  
<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/9300/1/236T0349.pdf>

GHG PROTOCOL. (2012). *Gases de Efecto Invernadero*. Obtenido de Washington D.C: Greenhouse Gas Protocol, 2012: <http://www.ghgprotocol.org/>

AgroEcuador. (2020). *Hidroeléctricas En Ecuador: ¿A Espaldas Del Cambio Climático?* Obtenido de AFROECUADOR: <http://www.agroecuador.org/index.php/blog-noticias/item/497-hidroelectricas-en-ecuador-a-espaldas-del-cambio-climatico>

Silvonen, V. (2019). *Gases de efecto invernadero y sus efectos nocivos*. Obtenido de Genano: <https://www.genano.com/es/infobase/gases-de-efecto-invernadero-y-sus-efectos-nocivos>

Andrade-Castañeda, H. J., Arteaga-Céspedes, C. C., & Segura-Madrugal, M. A. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera*, 18(1); 103-112.

Melendi, D. (2010). *Metano*. Obtenido de Conicet: <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Metano.htm>

US EPA. (2015). *Óxidos de nitrógeno (NOx)*. Obtenido de United States Environmental Protection Agency: [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/es/contaminacion-aire-interior/glosario/mno/oxidos-nitrogeno-nox-oxido-nitrico-no-dioxido-nitrogeno-no2.htm](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/contaminacion-aire-interior/glosario/mno/oxidos-nitrogeno-nox-oxido-nitrico-no-dioxido-nitrogeno-no2.htm)

Manzur, A., & Cardoso, J. (2015). Velocidad de evaporación del agua. *Revista Mexicana de Física*, 61; 31–34.

Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. (2020). *CO (MONÓXIDO DE CARBONO)*. Obtenido de Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes: <http://www.prtr-es.es/CO-Monoxido-de-carbono,15589,11,2007.html>

Balkenhol, M., Castillo, A., Soto, M., Feijoo, M., & Merino, W. (2018). Huella de carbono en el Hospital Base de Puerto Montt. *Rev Med Chile*, 146; 1384-1389.

CEAM. (2012). *OZONO TROPOSFÉRICO Y CALIDAD DEL AIRE*. Generalitat Valenciana.

Mondéjar-Navarro, M. V., Viñoles-Cebolla, R., Bastante-Ceca, M. J., Collado-Ruiz, D., & Capuz-Rizo, S. (2011). *LA HUELLA DE CARBONO Y SU UTILIZACIÓN EN LAS INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS* . Huesca: Universitat Politècnica de València .

Universidad de Pensilvania. (2010). *University of Pennsylvania carbon footprint. TC Chan Center for Building Simulation & Energy Studies (TCCCBSES)*. Obtenido de PennPraxis, Universidad de Pensilvania, TCCCBSES:  
<http://www.aashe.org/documents/resources/PennGreenhouseGasReport.pdf>

United Nations Climate Change. (2014). *Historia de la CMNUCC*. Obtenido de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático:  
[http://unfccc.int/portal\\_espanol/informacion\\_basica/la\\_convencion/historia/items/6197.php](http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/la_convencion/historia/items/6197.php)

SUR, E. E. (26 de 02 de 2021). *CONSULTAS DE PLANILLAS ELECTRICAS*. Obtenido de  
<https://www.centrosur.gob.ec/consulta-de-planillas/>

## AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotras, **Josselin Alexandra Carrión Aguilar** portadora de la cédula de ciudadanía N° 0750142101 y **Mercy Alexandra Bacuilima Pineda** portadora de la cédula de ciudadanía N° 0107019028. En calidad de autoras y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “**Estimación de la Huella de Carbono de la Universidad Católica de Cuenca**” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizamos a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 4 de agosto del 2021



Josselin Alexandra Carrión Aguilar.  
C.I. 0750142101



Mercy Alexandra Bacuilima Pineda.  
C.I. 01070190128