ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EMPRESARIAL PARA LOS PROCESOS DE LOGÍSTICA Y PRODUCCIÓN DE LA COMPAÑÍA “INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS W.C.S.A.S” UBICADA EN MADRID, CUNDINAMARCA.

JUAN CAMILO LEÓN RODRIGUEZ
NICOLAS EDUARDO HERRERA BETANCUR

UNIVERSIDAD DE LA SALLE.
FACULTAD DE INGENIERÍA.
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA.

MARZO 2024.

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EMPRESARIAL PARA LOS PROCESOS DE LOGÍSTICA Y PRODUCCIÓN DE LA COMPAÑÍA “INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS W.C.S.A.S” UBICADA EN MADRID, CUNDINAMARCA.

ESTUDIANTES:
JUAN CAMILO LEÓN RODRIGUEZ
NICOLAS EDUARDO HERRERA BETANCUR

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

DIRECTORA:
PHD. ROSALINA FORERO GONZALEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

UNIVERSIDAD DE LA SALLE.
FACULTAD DE INGENIERÍA.
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA.
MARZO 2024.

Nota de aceptación

_____
_____
_____

_____

Firma del Tutor

_____

Firma de Jurado

Bogotá, Año 2024

AGRADECIMIENTOS

Le agradecemos a Dios primero que todo porque nos permitió aplicar el conocimiento que poseemos para ser parte del cambio en la sociedad.

A nuestras familias por brindarnos un apoyo incondicional en nuestras vidas, para así lograr formar grandes seres humanos.

A nuestra tutora del proyecto la doctora Rosalina González por siempre preocuparse y estar al tanto de todas nuestras inquietudes.

A los trabajadores de la empresa y al ingeniero Carlos Mario, que nos brindó toda la información posible requerida para complementar el documento.

A los profesores e ingenieros Carlos Peña y Javier Gonzales por sus contribuciones en los diferentes temas que abordan todo el trabajo de grado.

A todos los compañeros de la carrera que nos animaron en este proceso y nos motivaron para no rendirnos.

Los autores.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como propósito realizar la medición de la huella de carbono en los procesos de logística y producción para la empresa Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias W.C. S.A.S; con el fin de estimar las emisiones de gases de efecto invernadero que se generan en la bodega de la empresa. La metodología se compone de 3 fases: la primera consta en realizar la línea base de la empresa y la recolección de toda la información posible sobre los procesos que allí realizan, la segunda fase consiste en aplicar la metodología GHG Protocol la cual establece los principales generadores de CO2 existentes en la zona de estudio; finalmente, la tercera fase consiste en los resultados, los planes de mitigación y compensación y en las conclusiones producto de la medición. Después de realizar los cálculos de todas las máquinas y los instrumentos que generan un consumo de electricidad y un consumo de gas, se obtuvo como resultado que la huella de carbono total que genera la bodega de la empresa es de 16.4 TON CO2e/mes por lo cual teniendo en cuenta este valor, se plantearon y propusieron diferentes medidas de mitigación y/o compensación dentro de las cuales se destacan: la siembra de árboles con un 29% de viabilidad y con un precio aproximado de $1.700.000 y la otra medida de compensación que es el transporte sostenible rediseñando las rutas de entrega para así lograr una optimización de los viajes, esta medida de compensación obtuvo un 19% y un precio aproximado de $1.000.000. Se logró concluir que si se escoge la siembra de árboles es necesario que para lograr esto hay que considerar la estructura ecológica principal del municipio, ya que allí es donde se selecciona el tipo, la cantidad y la zona en la que al realizar esta medida no perjudique el funcionamiento de los ecosistemas que se encuentran cercanos como por ejemplo el rio Subachoque.

PALABRAS CLAVE

Huella de carbono, GHG Protocol, GEI, Procesos de logística y producción, Emisiones.

ABSTRACT

The purpose of this research project is to measure the carbon footprint in the logistics and production processes for the company Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias W.C. S.A.S.; in order to estimate the greenhouse gas emissions generated in the company's warehouse. The methodology consists of 3 phases: the first phase consists of the baseline of the company and the collection of all possible information on the processes carried out there, the second phase consists of applying the GHG Protcol methodology which establishes the main CO2 generators existing in the study area; finally, the third phase consists of the results, the mitigation and compensation plans and the conclusions resulting from the measurement. After performing the calculations of all the machines and instruments that generate electricity consumption and gas consumption, the total carbon footprint generated by the company's warehouse was obtained to be 16. 4 TON CO2e/month; therefore, taking this value into account, different mitigation and/or compensation measures were proposed and proposed, among which the following stand out: planting trees with a 29% feasibility rate and an approximate price of $1,700,000, and the other compensation measure, sustainable transportation by redesigning the delivery routes to optimize travel; this compensation measure obtained a 19% rate and an approximate price of $1,700,000.

KEY WORDS

Carbon footprint, GHG Protocol, GEI, Logistic and production processes, Emissions.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 12
2. MARCO DE REFERENCIA 12
2.1. ANTECEDENTES. 12
2.1.1. Un método simple y efectivo para la toma de decisiones sobre la adopción de la huella del carbono en la gestión sustentable de emisiones en las empresas. *(Espíndola & Valderrama, 2016).* 12
2.1.2. Determinación de la Huella del Carbono mediante el Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3) para una Empresa Vitivinícola en Chile. *(Quezada et al., 2013).* 13
2.1.3. Análisis del ciclo de vida y cálculo de la huella de Carbono para un proceso de reciclaje de botellas PET en Medellín. *(Aristizábal et al., 2020).* 13
2.1.4. Huella de Carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena: En Busca de la Ecoeficiencia. *(Hermosilla,2014).* 13
2.1.5. Determinación de la huella de carbono del Banco de Alimentos de Bogotá. *(Pantano, 2020).* 14
2.2. MARCO TEÓRICO. 14
2.2.1. EMPRESA INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS W.C. S.A.S. 18
2.3. MARCO CONCEPTUAL: 20
2.4. MARCO LEGAL 22
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 24
4. OBJETIVO GENERAL. 24
4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 24
5. METODOLOGÍA Y MATERIALES 24
6. RESULTADOS. 27
6.1. FASE 1: DENIFIR INFORMACIÓN BASE. 27
6.1.1. PROCESOS DE LOGISTICA Y PRODUCCION QUE EMITEN GEI. 27
6.1.2. LÍMITES ORGANIZACIONALES Y OPERACIONALES. 29
6.2. FASE 2: ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO 30
6.2.1. INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFERICAS. 30
6.2.2. APLICACIÓN MÉTODO DE FACTORES DE EMISIÓN 31
6.2.3. CÁLCULO DE DATOS PRIMARIOS PARA ESTIMAR EL CONSUMO ENERGÉTICO. 34
6.2.3.2 CÁLCULO CONSUMO ENERGÉTICO DE LA BODEGA. 38
6.2.3.3 CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL. 45
6.2.4. CALCULO CONSUMO DE GAS DE LA BODEGA. 45
6.2.5. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO TOTAL. 45

6.3. FASE 3: PLANES DE COMPENSACIÓN Y/O MITIGACIÓN 46
6.3.1. PLAN DE MITIGACIÓN 46
6.3.2. ESTRATEGIAS DE COMPENSACIÓN PARA LA HUELLA DE CARBONO GENERADA 48
6.4. ANALISIS DE RESULTADOS 53
7. PROPUESTA PARA OTROS PROYECTOS. 54
7.1. PROPUESTA 1: ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EMPRESARIAL MEDIANTE LA METODOLOGÍA UNE-ISO 14064. 54
7.2. PROPUESTA 2: COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR MEDIO DE PROYECTOS DE REFORESTACIÓN MEDIANTE EL PROTOCOLO DE ICONTEC. 55
8. CONCLUSIONES. 55
9. FUENTES DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA. 56
10. ANEXOS 60
ANEXO A: CRONOGRAMA DEL PROYECTO. 61
ANEXO B: DECLARACIÓN ÉTICA 62
B.1. Riesgos del proyecto. 62
B.2. Medidas de manejo del riesgo: 64
B.3. Consentimiento y/o asentimiento informado: 64
B.4. Conflicto de intereses: 65
B.5. Propiedad intelectual: 65
ANEXO C. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LAS ROSCADORAS. 67
ANEXO D. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LA MÁQUINA DE SOLDADURA Y LA MÁQUINA DE CORTE. 69
ANEXO E. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LA PLANTA DEL SEGUNDO PISO. 70

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Impactos ambientales generados por las empresas 14
Tabla 2. Marco legal aplicable. 22
Tabla 3. Normas técnicas para la medición de la Huella de Carbono empresarial. 23
Tabla 4. Reconocimiento de los procesos de logística y producción que se establecen en la bodega de la empresa (Actividades). 28
Tabla 5. Alcances establecidos para la bodega CEDI de Madrid. 30
Tabla 6. Inventario de emisiones. 31
Tabla 7. Factores de emisión de las actividades relacionadas a los alcances. 32
Tabla 8. Valores del potencial de calentamiento global. 32
Tabla 9. Estimación de la huella de carbono para el año 2023. 33
Tabla 10. Inventario de equipos de la empresa. 34
Tabla 11. Tiempos de consumo energético en la zona uno de las 5 roscadoras. (1725W) 36
Tabla 12. Evidencia fotográfica de las roscadoras. Anexo número D. 36
Tabla 13. Tiempos de consumo energético en la zona número 2 (Maquina de soldadura y taladro de árbol). 36
Tabla 14. Evidencia fotográfica de la máquina de soldadura y la máquina de corte. Anexo E. 36
Tabla 15. Tiempos de consumo energético para las maquinas que se encuentran en el segundo piso. 37
Tabla 16. Evidencia fotográfica de la planta del segundo piso. Anexo F. 37
Tabla 17. Numero de luminarias en la bodega. 37
Tabla 18. Calculo para el consumo de energía de las roscadoras. 38
Tabla 19. Calculo para el consumo de energía de máquina de soldadura y taladro de árbol. 39
Tabla 20. Calculo para el consumo de energía de las maquinas del segundo piso. 40
Tabla 21. Calculo para el consumo de energía de las luminarias. 41
Tabla 22. Calculo para el consumo de energía de los computadores. 42
Tabla 23. Calculo para el consumo de energía de los teléfonos fijos e impresoras. 42
Tabla 24. Calculo para el consumo de energía de la zona de comida. 43
Tabla 25. Consumo de energía total para realizar la medición final de la huella de carbono. 45
Tabla 26. Estimación de huella de carbono mensual. 46
Tabla 27. Estrategia de los sistemas de iluminación para ayudar en la reducción del consumo de energía 47
Tabla 28. Estrategia de los sistemas de iluminación para ayudar en la reducción del consumo de energía 48
Tabla 29. Practicas más viables de realizar para la empresa. 49
Tabla 30. Plan de financiación y costos según la estrategia de compensación. 50

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Huella de carbono corporativa y sus alcances**.** 15
Ilustración 2. Características principales en la compensación de la huella de carbono empresarial**.** 16
Ilustración 3. Emisiones de GEI en los departamentos de Colombia hasta el 2018. 17
Ilustración 4. Participación porcentual de la generación de GEI, por medio de la actividad económica y de los hogares en el año 2020 en Colombia. 17
Ilustración 5. Triangulo de la ley de Watt. 18
Ilustración 6. Logo de la empresa. 18
Ilustración 7. Ubicación geográfica del rio Subachoque y como limita con la empresa. 19
Ilustración 8. Evidencia fotográfica de como se ve el rio Subachoque desde el interior de la bodega. 19
Ilustración 9. Presentación de la metodología expuesta para la primera fase. 25
Ilustración 10. Presentación de la metodología expuesta para la segunda fase. 26
Ilustración 11. Presentación de la metodología expuesta para la tercera y última fase. 27
Ilustración 12. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor. 30
Ilustración 13. Relación porcentual del consumo teórico de electricidad de las maquinas por medio de un gráfico de barras. 44
Ilustración 14. Relación porcentual del consumo teórico de electricidad de los equipos que no son máquinas. 44
Ilustración 15. Criterios para evaluar las medidas de mitigación de los gases de efecto invernadero. 47
Ilustración 16. Porcentaje de los planes de compensación más viables que puede aplicar la empresa según el criterio de los autores. 49
Ilustración 17. Especies de árboles sembrados en el municipio de Madrid. 52

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Potencia para maquinas. 38
Ecuación 2. Consumo de las maquinas. 38
Ecuación 3. Medición huella de carbono. 45

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Procesos de logística y producción. 29

1. INTRODUCCIÓN

La huella de carbono resulta de gran importancia ya que es una forma de cuantificar algunas de las actividades que generan impacto negativo en la atmosfera, pues mide la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) que son emitidos a ella. Estos gases son los principales causales del cambio climático y el calentamiento global. En consecuencia, la huella de carbono se ha convertido en un pilar fundamental para las empresas ya que se utiliza como una herramienta determinante para evaluar el comportamiento sostenible de las mismas. Es por ello por lo que, primeramente, se busca reconocer el tema de emisiones de GEI en el ámbito nacional y empresarial mediante el marco de referencia.

Teniendo en cuenta lo anterior, la empresa base de este proyecto ("INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS W.C. S.A.S"), busca la manera de estimar su huella de carbono en los procesos de logística y producción ubicados en la bodega CEDI en el municipio de Madrid, Cundinamarca para poder, en principio, evaluar el estado de la empresa con respecto a emisión de GEI y, posteriormente, obtener los beneficios legales y tributarios a los que esto conlleva. La importancia de la precisión de los datos debe ser de carácter confiable y por eso se deben obtener datos primarios y secundarios que permitan estimar de forma más técnica y confiable. Para ello en la metodología se explica de manera detallada la forma en la cual se recolectan los datos y, además, en el apartado de resultados se evidencian las ecuaciones y cálculos necesarios para hacer la estimación de la huella de carbono.

En este trabajo se emplea una estimación de la huella de carbono por el GHG protocol ya que es un método internacional más utilizado para la medición empresarial de la huella de carbono y esto hace que se logre estandarizar de alguna manera los informes de emisiones. Además, esta herramienta permite realizar informes más confiables por la manera en que divide las emisiones en tres "alcances" que cubren de manera general todos los tipos de emisiones presentes en una actividad industrial. En los resultados se analiza detalladamente el consumo de energía por parte de todos los equipos de la industria y esto permite establecer los puntos en los cuales se debe hacer un trabajo fuerte hacia la mitigación de la huella de carbono.

La estimación se realiza con respecto a los datos construidos y obtenidos en la empresa, los cuales se vinculan al consumo de energía, gas y generación de residuos. En consecuencia, se realiza una serie de propuestas que pretenden mitigar las emisiones de GEI y, por lo tanto, reducir la huella de carbono. Se proponen diferentes estrategias de mitigación teniendo en cuenta factores ambientales de la zona y no menos importante, los factores económicos de la empresa.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES.

En el siguiente apartado se presentarán una serie de antecedentes los cuales están caracterizados por ser revistas o artículos científicos.

2.1.1. Un método simple y efectivo para la toma de decisiones sobre la adopción de la huella del carbono en la gestión sustentable de emisiones en las empresas. *(Espíndola & Valderrama, 2016).*

En el artículo presentado se logra evidenciar un método innovador para así sistematizar la medición de la huella de carbono para distintas empresas; este método se caracteriza por contener tres diferentes puntos de vista según las rutas metodológicas para emplear este proceso, también se puede caracterizar y enfatizar todo el proceso de la gestión sustentable que se le da a una serie de empresas para así llegar a emplear el proceso de AbaniCO2 para la sistematización de diferentes

trabajos que no se llegaron a completar; por esta razón en el artículo se habla de una serie de pasos para tener en cuenta sobre el cálculo del algoritmo para la huella de carbono.

Es muy relevante para el desarrollo del proyecto porque critica la no globalización de la información sobre la huella de carbono, y, por esto, da información que permite decidir sobre el método a emplear para estimarla en diferentes tipos y tamaños de empresas.

2.1.2. Determinación de la Huella del Carbono mediante el Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3) para una Empresa Vitivinícola en Chile. ***(Quezada et al., 2013).***

Lo que caracteriza a este articula para llegar a ser escogido es la importancia que se le da al desarrollo de la huella de carbono en un ambiente que es la mayoría de la empresa automatizada, por ende, se logra resaltar el Método compuesto de las cuentas contables versión 2.0 (MC3) para su implementación en este proceso, si bien es cierto que es uno de los procesos más sencillos también la probabilidad de que sea erróneo es muy poca.

En este documento resaltan que: "Hoy en día, y en el futuro cercano, el contar con una medición adecuada de la HdC constituye un factor de competitividad importante, en especial en el mercado internacional que inevitablemente impondrá restricciones basadas en producción sustentable." y parte de esto se vincula con el fin que tiene la empresa para medir la huella de carbono. La empresa pretende estar en el mercado con la distinción de un sello verde el cual requiere de la huella de carbono para su obtención.

2.1.3. Análisis del ciclo de vida y cálculo de la huella de Carbono para un proceso de reciclaje de botellas PET en Medellín. ***(Aristizábal et al., 2020).***

En este artículo los integrantes del grupo de investigación realizan un análisis de ciclo de vida y de huella de carbono para lograr realizar, comprender y analizar el impacto ambiental que se genera por causa de los plásticos, por ende, el principal enfoque que se le da es el estudio a la huella de carbono para toda la empresa. Tiene como resultado que: "Del proceso de reciclaje PET analizado se obtuvo una HC de 1,4026 KgCO2 eq/ton, donde el consumo de energía eléctrica es el que más aporta a este indicador; con un 63,32%.". Esto hace que parte del proyecto se vea involucrado en la medición detallada del consumo de energía en la bodega CEDI Madrid de la empresa.

2.1.4. Huella de Carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena: En Busca de la Ecoeficiencia. ***(Hermosilla,2014).***

En este trabajo de grado Arantzazu se decide por realizar un análisis de la huella de carbono para así lograr representar los flujos de materia y energía para cualquier tipo de economía que se requiera en este caso para la universidad; por ende, el presente trabajo pretende calcular el impacto ambiental que se genera de las actividades de la empresa, por medio del cálculo metodológico para la huella de carbono. En este se encuentran caracterizadas tres principales metodologías las cuales son: la huella de carbono de corporaciones, la huella de carbono de productos y la huella de carbono mixta; estas se encuentran caracterizadas relativamente por la ISO 14067, la PAS 2050, la ISO 14064, por la GHG Protocol y por la MC3.

2.1.5. Determinación de la huella de carbono del Banco de Alimentos de Bogotá. *(Pantano, 2020).*

Este trabajo de grado resulta muy importante para el desarrollo del proyecto debido a que se realiza en base a los procedimientos realizados en una organización que cuenta con un personal y unas actividades que requieren de un número considerable de transporte, es allí donde se enfocan, en mayoría, las actividades propuestas post-estudio. Además, cabe resaltar que es un Proyecto de grado presentado para optar al título de Ingeniera Ambiental de la Universidad de La Salle, lo cual hace más relevante e interesante debido a su similitud al presente proyecto. Para finalizar, el trabajo logra establecer actividades puntuales (transporte de empleados, generación de residuos, etc.) que generan GEI y pueden llegar a ser igual de importantes en el caso de la empresa Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias W.C. S.A.S.

2.2. MARCO TEÓRICO.

Tipos de gases de efecto invernadero.

En la atmósfera de la Tierra, los principales gases de efecto invernadero son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3). Por otra parte, en la atmósfera una serie de (GEI) creados íntegramente por el ser humano, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, se encuentran caracterizados por ser regulados por el Protocolo de Montreal, teniendo como ejemplo el hexafluoruro de azufre (SF6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). Estos gases se conocen como gases industriales o fluorados y se usan en varias aplicaciones, como refrigeración, aire acondicionado, aerosoles, químicos industriales y equipos eléctricos. Tienen un potencial de calentamiento global mucho mayor que el dióxido de carbono y también tienen una vida útil prolongada en la atmósfera. *(Benavides B. & León A., 2007).*

Impactos ambientales.

Los gases de efecto invernadero (GEI) generados por las actividades empresariales tienen diversos impactos ambientales que contribuyen al cambio climático y descienden negativamente al medio ambiente. Algunos de los impactos que contienen más significancia a nivel mundial y de este mismo ambiente son los siguientes:

Tabla 1. Impactos ambientales generados por las empresas

Calentamiento global.	Cambios en los ecosistemas.	Aumento en la acidificación de los diferentes océanos.	Fenómenos meteorológicos	Disminución de los recursos naturales
Los gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso, atrapan el calor en la atmósfera, lo que lleva al calentamiento global. Este fenómeno causa un aumento gradual de las temperaturas en la Tierra, lo que provoca el deshielo de los polos, el	El aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones climáticos, los ecosistemas naturales y los ciclos de vida de las especies. Esto puede provocar la pérdida de hábitats, cambios en la distribución de las especies, la migración de animales y la aparición de los	El CO_2 atmosférico también se disuelve en los océanos, lo que conduce a la acidificación del agua. Esto afecta negativamente a los organismos marinos, especialmente a aquellos con conchas o esqueletos calcáreos, como corales y moluscos, que tienen	El calentamiento global intensifica algunos fenómenos climáticos extremos, como huracanes, inundaciones, sequías y olas de calor. Estos eventos extremos pueden tener un impacto devastador en las comunidades humanas, la agricultura, la infraestructura y la economía.	El cambio climático puede alterar la disponibilidad y distribución de recursos naturales esenciales para la vida humana, como el agua dulce y la biodiversidad, lo que puede afectar la seguridad alimentaria y el suministro de agua potable.

aumento del nivel del mar y cambios en los patrones climáticos, con consecuencias para la biodiversidad y las comunidades humanas.	ecosistemas terrestres y acuáticos.	dificultades para construir y mantener sus estructuras.		

Fuente: Autores.

Gases de efecto invernadero en empresas.

Un inventario de (GEIs) corporativo es una herramienta utilizada por las empresas para cuantificar y registrar las emisiones de gases de efecto invernadero que resultan de sus actividades comerciales. Este proceso es importante para comprender el impacto ambiental de la empresa y establecer metas y estrategias de reducción de emisiones.

Ilustración 1. Huella de carbono corporativa y sus alcances**.**

Autor: Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2019.

Algunos de los pasos generales involucrados en la realización de un inventario de GEIs corporativo pueden llegar a ser los siguientes: *(Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019).*

- Alcance del inventario: Define los límites del inventario, incluyendo las fuentes y categorías de emisiones que se incluirán. Esto puede abarcar desde las emisiones directas de fuentes controladas por la empresa (como las provenientes de la combustión de combustibles fósiles en instalaciones) hasta las emisiones indirectas resultantes de la generación de electricidad utilizada por la empresa.
- Recopilación de datos: Reúne los datos necesarios para calcular las emisiones de GEIs. Esto puede incluir información sobre el consumo de energía, el uso de transporte, la producción de residuos y cualquier otro factor relevante en términos de emisiones.
- Cálculo de emisiones: Utiliza metodologías reconocidas internacionalmente, como el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero del World Resources Institute (WRI) o las directrices del Greenhouse Gas Protocol, para calcular las emisiones de cada fuente

identificada. Esto implica convertir los datos recopilados en unidades de emisiones de GEI, como toneladas de dióxido de carbono equivalente.

- Verificación: Algunas empresas optan por someter su inventario de GEIs a un proceso de evaluación efectiva externa para aumentar su credibilidad. La verificación implica la revisión independiente de los datos y los métodos utilizados para calcular las emisiones.
- Informe y divulgación: Presenta los resultados del inventario de GEIs en un informe que puede ser utilizado internamente por la empresa y/o divulgado públicamente. Esto permite a la empresa comunicar su desempeño ambiental y establecer una base para establecer metas de reducción y programas de gestión. (Área Metropolitana Valle de Aburrá, s.f).

Ilustración 2. Características principales en la compensación de la huella de carbono empresarial**.**

Autor: Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2019.

Huella de carbono en Colombia.

La producción de gases de efecto invernadero (GEI) en Colombia es significativa, pero se considera moderada en comparación con otros países. La principal fuente de emisiones de GEI en Colombia proviene del sector energético, seguido de la agricultura, la deforestación y la industria.

En términos de políticas y acciones para abordar las emisiones de (GEI), Colombia ha adoptado medidas como la promoción de energías renovables, la implementación de proyectos de reducción de emisiones en el sector forestal y la adhesión al Acuerdo de París sobre el cambio climático. Sin embargo, aún hay muchos desafíos por superar para reducir las emisiones de (GEI) de manera significativa y cumplir con los compromisos internacionales.

Ilustración 3. Emisiones de GEI en los departamentos de Colombia hasta el 2018.

Autor: El espectador, 2022.

En cuanto a los departamentos que más absorben gases de efecto invernadero, encabezan la lista Antioquia, Vichada y Meta, que, si llegamos a juntar dichos datos, representan el 38% de las absorciones de toda Colombia. “Ve uno una paradoja y es que, si bien Antioquia es uno de los principales emisores, es también el principal departamento que absorbe gases de efecto invernadero”, agregó el viceministro de Ambiente. *(Ministerio de Ambiente, 2022).*

Para 2020 las emisiones totales de GEI expresadas en Gigagramos (Gg) de dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq) decrecieron un 22,5% respecto al 2019. Dentro de la oferta total de emisiones de GEI, las industrias manufactureras representaron el 33,6%, seguidas del consumo final de los hogares con 25,7%. *(DANE, 2020).*

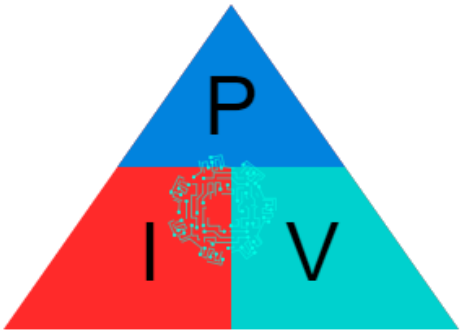
Ilustración 4. Participación porcentual de la generación de GEI, por medio de la actividad económica y de los hogares en el año 2020 en Colombia.

Autor: DANE, 2019.

Ley de watt.

La potencia eléctrica suministrada por un equipo es directamente proporcional a la tensión de la alimentación (v) del circuito y a la intensidad (I) que circule por él. Debido a esto se debe tener en cuenta que la unidad de medida de la potencia es el VATIO Y se representa por la letra W, siendo su equivalente mecánico el julio / segundo (SENA, s.f.). Es vital, ya que permite identificar el consumo en KW/h de los aparatos eléctricos utilizados en las instalaciones de la empresa y conectados a la red eléctrica de la empresa.

Ilustración 5. Triangulo de la ley de Watt.



Fuente: MecatrónicaLATAM (2021).

2.2.1. EMPRESA INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS W.C. S.A.S**.**

La empresa Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias W.C. S.A.S es una empresa instaladora de redes hidrosanitarias, incendio, gas y especiales; con gran experiencia en el medio, que ofrece sus servicios principalmente a compañías constructoras que deseen un respaldo sólido para sus proyectos; así mismo garantizando la identificación y eliminación de los peligros que se pueden llegar a presentar en las obras por medio de una evaluación, valoración del riesgo, y la determinación de los respectivos controles para así generan también una protección del medio ambiente y prevención de la contaminación.

La visión que tiene la empresa para el 2024 es encontrarse posicionada como la empresa más importante a nivel nacional, dentro del sector de la construcción e identificara nuevas oportunidades para incursionar en nuevos mercados siendo así reconocida por la calidad, cumplimiento en el servicio, innovación, tecnología, personal altamente calificado y sobretodo comprometidos con el medio ambiente asegurando su desarrollo sostenible mediante la eficacia de su sistema integrado de gestión.

Ilustración 6. Logo de la empresa.

Fuente: Wcinstalaciones (2024).

Está dividida en dos sedes la primera que es la administrativa se encuentra en Usaquén, Bogotá, y la segunda sede denominada “bodega CEDI” se encuentra en el municipio de Madrid. En esta va dirigido nuestro proyecto de grado ya que el problema que se presenta en la empresa es la obligación de la medición de huella de carbono exigida por el ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para la aprobación de un “sello verde”, por lo cual, en su intención de trabajar en conjunto con la academia, permitiendo a un grupo de tesistas que trabajen en este procedimiento para así cumplir con la legislación colombiana y poder obtener los beneficios que esto conlleva. Además, es importante resaltar que la compañía pretende estar vinculado al programa de excelencia ambiental distrital PREAD y es por ello por lo que tienen interés en realizar un estudio que sirva como base para la postulación del mismo. Para la estimación del procedimiento de la huella de carbono empresarial es necesario escoger la metodología más adecuada y así

posteriormente realizar las estimaciones de CO_2 que se pueden llegar a presentar. La bodega de la compañía es el espacio físico en el cual se realizan procesos de prefabricado y alistamiento de la tubería que es instalada directamente en la obra, dentro de estos procesos se encuentra el corte de la tubería, elaboración del roscado de la tubería, pintura y secado de la tubería dispuesta para la red contraincendios, cargue y descargue de camiones con material de obra, almacenamiento de los distintos tipos de tuberías requeridas en los proyectos en los cuales trabajan, almacenamiento de residuos peligrosos y aprovechables, entre otros. *(Wcinstalaciones, 2024).*
La empresa cuenta con un gran compromiso a nivel ambiental ya que el rio Subachoque se encuentra a menos de 200 metros de sus instalaciones, por lo cual, también se debe tener una prevención con el manejo de las sustancias toxicas y

Ilustración 7. Ubicación geográfica del rio Subachoque y como limita con la empresa.

Fuente: Google Earth (2024).

Ilustración 8. Evidencia fotográfica de como se ve el rio Subachoque desde el interior de la bodega.

Fuente: Autores (2024).

La calidad de aire del municipio de Madrid presenta que el aire es aceptable, sin embargo, alguno de los diferentes contaminantes que se presentan en forma de PM 2.5 pueden significar un riesgo moderado para la salud de una cantidad muy pequeña de personas; algunos ejemplos de dichos contaminantes son el dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y el dióxido de azufre. *(The Weather Company, 2024).*

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Huella de carbono

Según el ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico la huella de carbono se define como: "La huella de carbono identifica la cantidad de emisiones de GEI que son liberadas a la atmósfera como consecuencia del desarrollo de cualquier actividad; permite identificar todas las fuentes de emisiones de GEI y establecer a partir de este conocimiento, medidas de reducción efectivas" *(Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, 2023).* Dependiendo de la actividad en la que se quiera centrar la medición, se pueden diferenciar distintos tipos de huella de carbono que son: la huella de carbono personal (Se basa en los hábitos de consumo de cada persona), la huella de carbono de producto (Incluye las emisiones de GEI durante las etapas de extracción de todas las materias primas) y por último la huella de carbono corporativa o empresarial (Recoge el inventario de emisiones de GEI asociado a la actividad de una empresa u organización).

Medición

Una medición científica es el proceso de determinar el valor numérico de una magnitud física utilizando instrumentos y técnicas de medición adecuadas. En el contexto científico, las mediciones son fundamentales para cuantificar y describir fenómenos naturales, experimentos y variables en diversos campos como la física, la química, la biología, la geología y muchas otras disciplinas científicas.

Cambio climático

"El cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estos cambios pueden ser naturales, debido a variaciones en la actividad solar o erupciones volcánicas grandes. Pero desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas". *(Naciones unidas, s.f.).* En Colombia se presentan cinco efectos visibles que demuestran como el calentamiento global está atacando con fuerza: el derretimiento de los glaciares, blanqueamiento de corales, pérdida de playas y erosión costera, eventos extremos y animales en peligro. Por ende, es muy importante que este tema contenga más importancia frente al gobierno.

Mitigación

Hace referencia a las acciones y estrategias que son empleadas para así lograr la reducción o evitar los efectos negativos de un problema o riesgo en particular. La mitigación de GEI se concibe en la Convención Marco de Naciones Unidas (CMNUCC), como la construcción de una sola acción cooperativa que se emplea a largo plazo por parte de la comunidad internacional, con el fin de asumir la responsabilidad que tienen las diferentes actividades humanas en su vida cotidiana, para así generar un aumento de las emisiones de estos gases en la atmósfera.

Transición

La transición se refiere al proceso de cambio de un estado, condición, situación o etapa a otro. Es un término que si se puede llegar a decir es muy amplio que puede aplicarse a diferentes contextos, como la política, la tecnología, la sociedad e incluso a nivel personal.

Calentamiento global

"Se constituye por la absorción de la energía solar por parte de la tierra. La tierra al calentarse desprende calor a la atmósfera en forma de rayos infrarrojos. Sin embargo, parte de este calor vuelve a ser remitido a la superficie terrestre y la consecuencia es el recalentamiento de la misma".

(Manos unidas, 2022). Las consecuencias que se presentan a nivel mundial pueden llegar a ser que los glaciares se derriten a un ritmo nunca visto anteriormente, el nivel del mar aumenta debido al deshielo, los ecosistemas de selvas se secan y la fauna y la flora alteran sus ciclos vitales provocando así un desbalance en la cadena trófica lo que genera que luchen para sobrevivir en un escenario de cambios vertiginosos y complejos que a menudo impactan gravemente en la biodiversidad. Un aumento general de las temperaturas, fenómenos meteorológicos extremos, olas de calor e inundaciones, falta de cosechas, migrantes climáticos y un largo etcétera de consecuencias que ponen al cambio climático en primera línea de la agenda global por sus efectos a nivel mundial.

Ecosistemas

Un ecosistema se define como un sistema natural formado por un conjunto de organismos vivos (como plantas, animales, microorganismos) que interactúan entre sí y con el entorno físico (como el suelo, el agua, el clima) en un área específica. Estas interacciones bióticas (entre seres vivos) y abióticas (con el entorno físico) son fundamentales para el funcionamiento y equilibrio del ecosistema.

Fenómenos meteorológicos

"Los fenómenos meteorológicos son eventos naturales que ocurren en la atmósfera de la tierra y pueden tener un impacto significativo en el clima y las condiciones meteorológicas locales". (*Fuentes Y; 2012).* Existen distintos tipos de fenómenos meteorológicos teniendo en cuenta sus características (ópticos, hídricos y atmosféricos), así también como lo puede llegar a ser su intensidad y repercusión en la naturaleza y la actividad humana. Existe una clasificación muy básica, encontramos aquellos considerados normales, que se producen regularmente y no suelen causar daños; y los fenómenos adversos o extremos, que no habituales y pueden causar destrozos materiales e, incluso, poner en peligro la vida humana.

Emisiones

Una emisión se define como: "En el contexto ambiental, las emisiones generalmente se refieren a la liberación de contaminantes o gases de efecto invernadero a la atmósfera". (Saynes Santillán, Vinisa, Etchevers Barra, Jorge D., Paz Pellat, Fernando, & Alvarado Cárdenas, Leonardo O., 2016). Las emisiones que se liberan en la atmósfera pueden dividirse en tres grandes categorías según su fuente de emisión: la primera se trata de las emisiones que proceden de fuentes móviles (sector del transporte). Las más importantes, junto al dióxido de carbono (CO2), son los óxidos de nitrógeno (NOx), el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC), que pueden ser compuestos orgánicos volátiles y no volátiles. En segundo lugar, se tienen las emisiones que proceden de fuentes fijas (industria, hogares, agricultura y vertederos). Las más importantes, junto con el CO2 son el dióxido de azufre (SO2), los NOx, los HC, las partículas de hollín y los metales pesados. Y para finalizar se encuentran las emisiones que surgen de la producción de energía. Las más importantes, junto con el CO2 son el SO2 y las partículas de hollín.

Economía circular

La economía circular es un concepto que se refiere a un modelo económico y de producción que tiene como objetivo reducir al mínimo el desperdicio de recursos y materiales, así como la generación de residuos, promoviendo la reutilización, la reparación, el reciclaje y la renovación de productos y materiales. En esencia, se trata de cerrar los ciclos de vida de los productos, de modo que los materiales y recursos se mantengan en uso durante el mayor tiempo posible.

GEI

Los gases de efecto invernadero son componentes gaseosos que atrapan el calor en la atmósfera de la Tierra, causando el fenómeno conocido como calentamiento global. Algunos de los principales gases de efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO2), el metano (CH4), el óxido nitroso (N2O), el vapor de agua (H2O), el ozono (O3) y los clorofluorocarbonos (CFC). Estos gases se generan tanto de forma natural, como a través de actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, la deforestación, la agricultura intensiva y la producción industrial. El aumento de estos gases en la atmósfera ha llevado a un aumento en la temperatura global, lo que tiene consecuencias significativas en el clima, los ecosistemas y la vida en general en nuestro planeta.

Emisión de CO_2 equivalente (CO_2 eq)

"Cuantía de emisión de dióxido de carbono (CO_2) que causaría el mismo forzamiento radiactivo integrado o cambio de temperatura, en un plazo dado, que cierta cantidad emitida de un gas de efecto invernadero (GEI) o de una mezcla de GEI. La emisión de CO_2 equivalente suele calcularse habitualmente multiplicando la emisión de un GEI por su potencial de calentamiento global (PCG) en el plazo de 100 años". (Glossary_spanish IPPC, 2019 pág. 79).

2.4. MARCO LEGAL.

Tabla 2. Marco legal aplicable.

NORMA / POLITICA	OBJETO	ARTÍCULO/APARTADO APLICABLE	PERTINENCIA EN EL PROYECTO
LEY 2169 DE 2021	Impulsar el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones.	El articulo número 3 expone los pilares de la transición al carbono neutralidad, la resiliencia climática y el desarrollo bajo en carbono.	Esta ley realiza un acercamiento más a fondo sobre la importancia que genera el cambio que se le debe dar al carbono para evitar que este siga provocando una afectación al cambio climático que se presenta a nivel mundial.
LEY 1931 DE 2018	Establecer directrices para la gestión del cambio climático.	El título 1 habla sobre las disposiciones generales que presenta la ley.	La ley realiza una caracterización en priorizar el desarrollo bajo en carbono y resiliencia al clima teniendo en cuenta los gases de efecto invernadero para llegar a un control o mitigación de estos mismos.
CONPES 3700 de 2011	Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia.	En el numeral de estrategias se plasman específicamente los planes de acción y mitigación para generar cambios y evitar el cambio climático.	La principal estrategia que plantea dicho CONPES es una estrategia institucional dentro de la cual se encuentra caracterizada por diferentes conjuntos de relaciones y actores que así conforman el Sistema Nacional de Cambio Climático.
Resolución 0552 de 2022	Se implementa la operación de la Comisión	El objetivo que se llega a presentar en la norma es	Se tiene como obligación analizar el estado y la

	de Estudio para la Promoción y Desarrollo de los mercados de carbono en Colombia.	establecer los diferentes parámetros de organización y trabajo interna de la Comisión de Estudio para la Promoción y Desarrollo de los mercados de Carbono caracterizados y enfocados en Colombia.	potencialidad que tiene esta clase de mercados en el país.

Fuente: Autores.

Tabla 3. Normas técnicas para la medición de la Huella de Carbono empresarial.

Norma ISO 14064-1:2012 "Organización, proceso o actividad"	**Norma ISO 14064-2:2012 "Proyecto o eventos"**	**Especificación técnica ISO/TS 14067:2013 "Productos"**	**ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006 "Análisis ciclo de vida"**
Proporciona un marco para el diseño y la gestión de los diferentes inventarios que se generan por causa de los gases de efecto invernadero en las organizaciones. Incluye los requisitos para la gestión de la calidad del inventario, determinando límites y requisitos para así lograr la caracterización de la cuantificación de las emisiones y absorciones de GEI en estas mismas.	Se centra prácticamente en proyectos que ayuden a la reducción de las emisiones o incrementos de la absorción. Incluye los requisitos para así lograr la identificación para determinar escenarios de referencia en el proyecto, vigilar y e informar los requisitos de los resultados para el proyecto.	Establece los principios para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono durante el ciclo de vida de cualquier tipo de producto.	Se evalúan los aspectos ambientales y potenciales impactos que se pueden llegar a presentar en la zona cercana a la empresa.
Norma ISO/IEC 10164-2:1993 "Sistemas abiertos de interconexión"	**Norma ISO 14064-3:2019 "Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero"**	**Norma ISO 14065:2020 "Principios generales y requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de la información ambiental"**	**Norma ISO 14066:2011 "Gases de efecto invernadero — Requisitos de competencia para los equipos de validación y de verificación de gases de efecto invernadero"**
Define una función de gestión de sistemas que puede ser utilizada por un proceso de aplicación para interactuar con fines de gestión de sistemas. (ISO.org, 2011)	Este documento detalla los requisitos para la verificación de las declaraciones de GEI relacionadas con los inventarios de GEI, los proyectos de GEI, y las huellas de carbono de los productos. Describe el proceso para la verificación o validación, incluyendo la planificación de la verificación, los procedimientos de evaluación, y la valoración de declaraciones de GEI de organizaciones, proyectos y productos. (ISO.org, 2011)	Este documento especifica los principios y requisitos para los organismos que realizan funciones de validación y verificación de afirmaciones de información ambiental. (ISO.org, 2011)	Esta norma específica los requisitos de competencia para los diferentes equipos de validación y equipos de verificación para el apoyo de administradores de programas de gases de efecto invernadero (GEI), autoridades reglamentarias y organismos de validación y de verificación de GEI. (ISO.org, 2011)

Fuente: (Intedya, s.f.). Modificado por: Autores.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo se puede llegar a estimar la huella de carbono para los procesos de logística y producción (prefabricado), en la bodega de la empresa Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias W.C. S.A.S.?

Las empresas deben asumir su responsabilidad en la mitigación del cambio climático y en la protección del medio ambiente. El análisis de la huella de carbono es un paso fundamental para conocer y reducir su impacto en el cambio climático. Teniendo en cuenta lo anterior la adaptación a la transición hacia una economía baja en carbono se encuentra enfocada y caracterizada a medida que el mundo avanza hacia una economía más sostenible y baja en carbono, las empresas que entiendan y reduzcan su huella de carbono estarán mejor posicionadas para adaptarse a las nuevas regulaciones y demandas del mercado. Por esta razón, esto toma gran relevancia ya que el campo de acción de la empresa se basa en una parte de la elaboración de nuevas edificaciones, siendo especifico, en la prestación de Servicios de Diseño e Instalación de Redes Contra Incendio, Hidráulicas, Sanitarias, Acueducto, Alcantarillado, Gas y Proyectos Especiales en sistemas de conducción de fluidos. (Instalaciones hidráulicas y sanitarias W.C. S.A.S, 2024).

4. OBJETIVO GENERAL.

Estimar la huella de carbono de los procesos de producción y logística de la empresa Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias W.C. S.A.S.

4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Definir la información base que se requiere para la estimación de la huella de carbono empresarial en la bodega de la compañía para los procesos de logística y producción.
- Realizar una estimación de la cantidad de CO_2 emitida en la bodega de la empresa con el fin de validar el consumo de gas, energía y generación de residuos en términos de huella de carbono por medio de la metodología GHG Protocol, para realizar la comparación con la línea base de la empresa.
- Proponer acciones de mejora en la empresa con el fin de lograr una disminución de la emisión de CO_2 que la empresa genera.

5. METODOLOGÍA Y MATERIALES

A continuación, se presentará la ruta metodológica, dividida en 3 fases, para así cumplir con los objetivos que están expuestos al principio del documento.

Primera Fase: Definir la información base que se requiere para la estimación de la huella de carbono empresarial en la bodega de la compañía para los procesos de logística y producción.

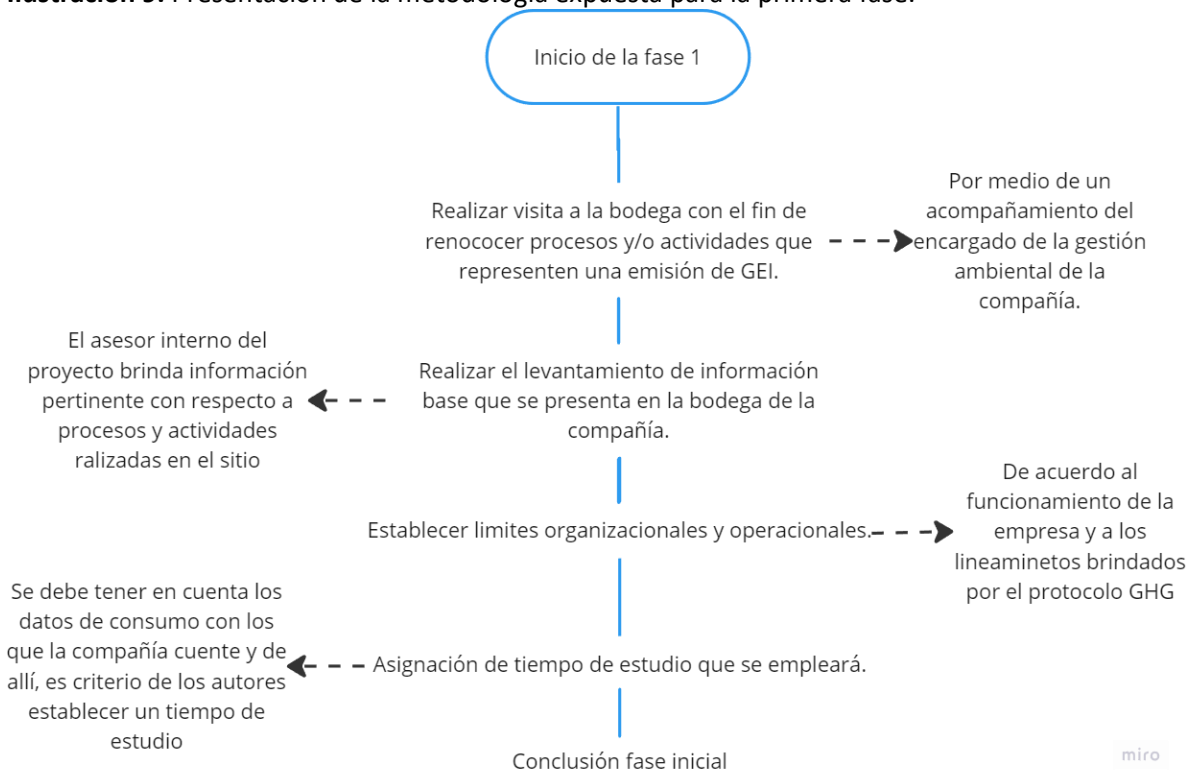
Como base principal de todo procedimiento es necesario tener claridad de la información requerida para la correcta elaboración o correcto funcionamiento de este. En el caso de la estimación de la huella de carbono de un lugar específico, se deben tener claro los procesos y actividades que se realizan allí y así establecer la información considerada importante para la estimación de la huella de carbono.

La bodega de la compañía es el espacio físico en el cual se realizan la mayor cantidad de procesos y actividades que representan una generación de CO_2 (logística y producción) y, por lo tanto, es allí en donde se centra el proyecto. En consecuencia, resulta necesario hacer la vista a la bodega y detallar minuciosamente todos los procesos y actividades que allí se desarrollan con el propósito de identificar cuáles son aquellos que resultan importantes para la estimación de la huella de carbono.

Por otro lado, es importante recolectar la información relacionada a consumo de servicios como el gas y energía eléctrica, para establecer el tiempo de estudio y, además, realizar la estimación de la huella de carbono de los procesos de logística y producción realizados en la bodega. Esta información es de vital importancia y es por ello por lo que se requiere que sea confiable y precisa, es decir, la suministrada en las facturas de servicios públicos de la compañía.

Materiales: Información relacionada con consumo de energía, gas, combustibles y generación de residuos.

Ilustración 9. Presentación de la metodología expuesta para la primera fase.



Nota. Realizado por el autor.

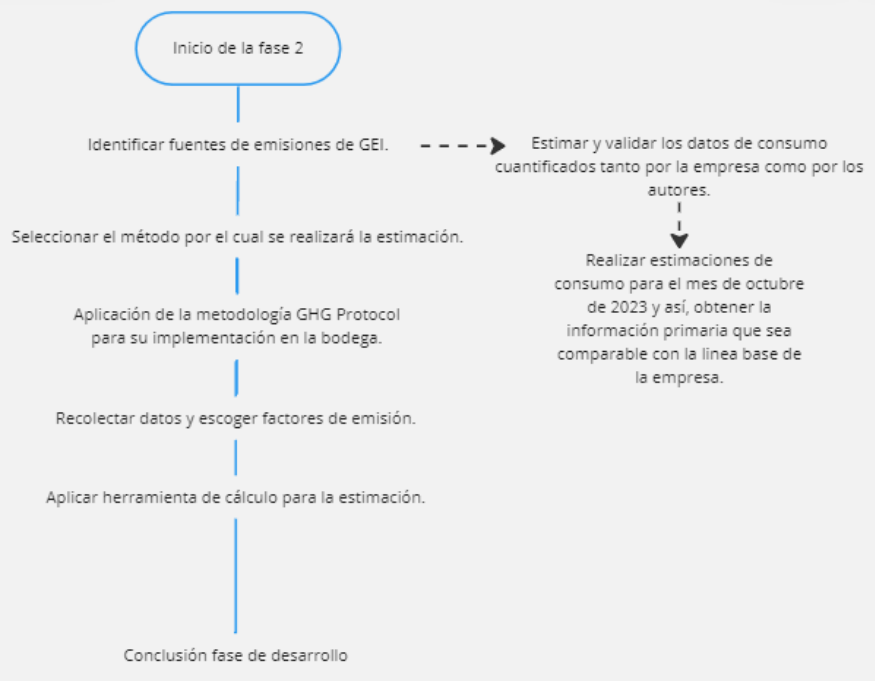
Segunda Fase: Realizar una estimación de la cantidad de CO2 emitida en la bodega de la empresa durante el mes de octubre y noviembre con el fin de validar el consumo de gas, energía y generación de residuos en términos de huella de carbono por medio de la metodología GHG Protocol, para realizar la comparación con la línea base de la empresa.

Se deben obtener los datos de consumo de las diferentes actividades o procesos de la bodega para poder seleccionar el factor por el cual será multiplicado y así tener el valor de CO_2eq emitido por cada actividad. Los factores deben ser documentados y respaldados por una serie de datos confiables y es por ello por lo que la selección de estos debe ser de un autor confiable. Cabe resaltar que la selección se hará a criterio propio de los autores del proyecto, no obstante, se deben explicar los criterios de elección.

La metodología GHG Protocol es una metodología ampliamente reconocida para cuantificar y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de una organización, proyecto o entidad, se basa en un enfoque riguroso y científico para la medición de las emisiones de GEI y ha sido ampliamente adoptada para ayudar a las organizaciones a entender y gestionar su huella de carbono. También es útil para informar sobre el desempeño ambiental y para establecer objetivos de reducción de emisiones. Se realiza un estándar corporativo que proporciona directrices para

cuantificar y gestionar las emisiones de GEI de la compañía, así obteniendo la estimación de la cantidad de CO_2.
Materiales: Factores de conversión, GHG Protocol

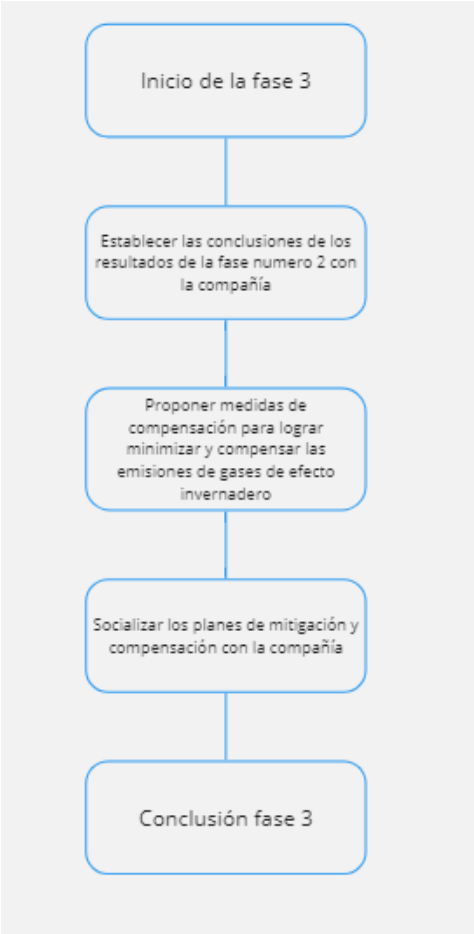
Ilustración 10. Presentación de la metodología expuesta para la segunda fase.



Nota. Realizado por el autor.

Tercera Fase: Proponer acciones de mejora en la empresa por medio de unos planes de mitigación en los procesos de la bodega con el fin de lograr una disminución del porcentaje de CO_2 que la empresa genera. Como primer paso se debe realizar una reunión con directivos de la empresa para así mostrarles los resultados obtenidos y ya poder obtener un punto de partida si se necesitan o no los planes de mitigación.
Ya al obtener la información necesaria si se necesitan estos planes es importante establecer los principales generadores del CO_2 en los procesos de logística y producción para así enfatizar aún más la mitigación allí, estas planeaciones se realizan teniendo en cuenta las características obtenidas como se explicó anteriormente para así exponerlos a la compañía.
Materiales: N/A

Ilustración 11. Presentación de la metodología expuesta para la tercera y última fase.



Nota. Realizado por el autor.

6. RESULTADOS.

6.1. FASE 1: DENIFIR INFORMACIÓN BASE.

6.1.1. PROCESOS DE LOGISTICA Y PRODUCCION QUE EMITEN GEI.

Como actividad o proceso inicial para estimar la huella de carbono de la empresa, hay que visitar el lugar donde se realizan las actividades de logística y producción descritas en la tabla 4 de la misma. Este lugar es conocido como la bodega CEDI Madrid de la empresa y es allí en donde se concentra la mayor parte de procesos que generan emisiones de GEI.

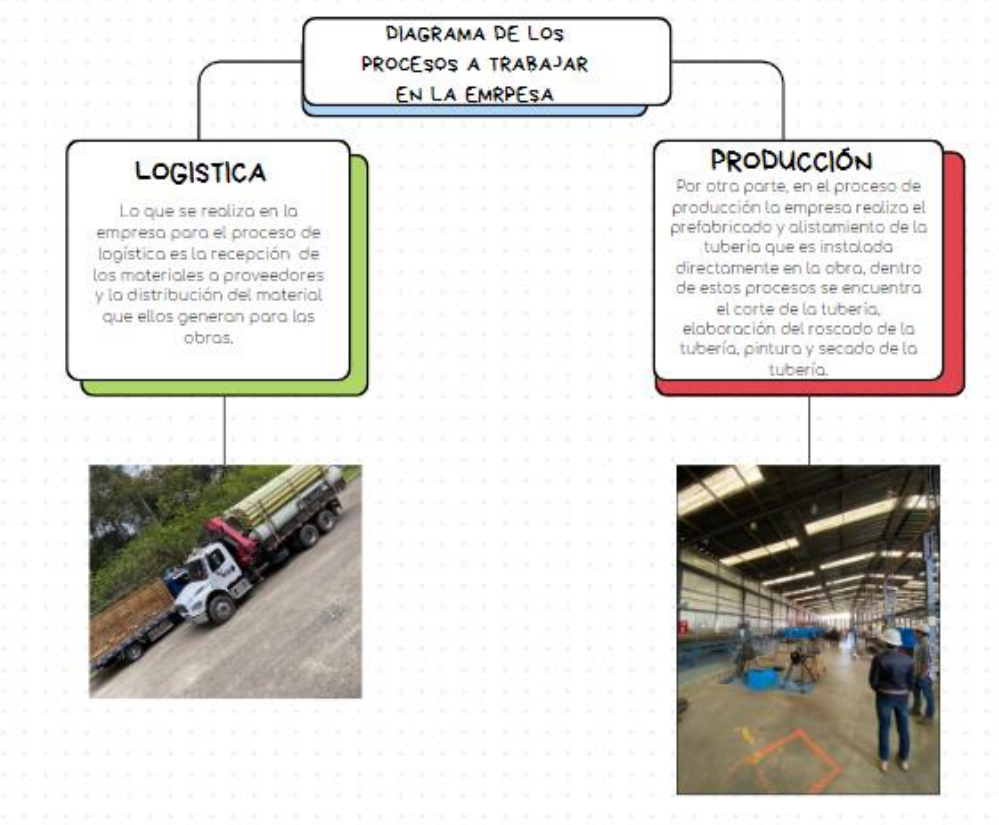
Cabe resaltar que la bodega CEDI Madrid es el espacio físico en el cual se realizan procesos de prefabricado y alistamiento de la tubería que es instalada directamente en la obra, dentro de estos procesos se encuentra el corte de la tubería, elaboración del roscado de la tubería, pintura y secado de la tubería dispuesta para la red contraincendios, cargue y descargue de camiones con material de obra como se puede evidenciar en la siguiente tabla.

Tabla 4. Reconocimiento de los procesos de logística y producción que se establecen en la bodega de la empresa (Actividades).

Proceso de logística	Proceso de producción
• **Control de inventarios bodega:** Es el inventario de la bodega, se realiza dos veces al año y los principales residuos son la generación de papel, residuos peligrosos por consumo de tintas de impresora y RAEE`s. • **Recibo y almacenamiento de mercancías:** Es la llegada del proveedor para dejar material y posteriormente ser almacenado en bodega; los principales residuos son la generación de papel, residuos peligrosos por consumo de tintas de impresora y RAEE`s derivados del uso rutinario de equipos de cómputo. • **Alistamiento, despacho y devolución de material:** Es la preparación del material que se envía a obra o que se devuelve de la misma por motivos de finalización, error en el pedido o envío, etc., los principales residuos son la generación de papel, residuos peligrosos por consumo de tintas de impresora y RAEE`s derivados del uso rutinario de equipos de cómputo. • **Producción de niples:** Se realiza la transformación de la tubería de acero para la producción de niples. Los principales residuos son la generación de viruta metálica debido al uso de máquinas roscadoras, elementos de protección personal por deterioro y aceites usados asociados al uso de la maquinas. • **Transporte:** Es el traslado de del material desde CEDI Madrid a cada una de las obras, cuenta con una flota de 6 vehículos modelos NQR, NPR, M2 106, HFC 1131KR, K 2700 y NNR. • **Mantenimiento:** Se realiza mantenimiento a herramienta enviada a obra, como taladros y pulidoras, Los residuos principales son los RAEE´s.	• **Producción Prefabricados RCI:** Tratamiento de la tubería de acero, uso de pintura electrostática y polimerización en horno. • **Soldadura TEE-LET:** Proceso de soldadura en la tubería por medio de máquina CNC. • **Producción de concretos:** Generación de productos de concreto para alcantarillado a nivel residencial.

Fuente: Autores.

Diagrama 1. Procesos de logística y producción.



Fuente: Autores.

6.1.2. LÍMITES ORGANIZACIONALES Y OPERACIONALES.

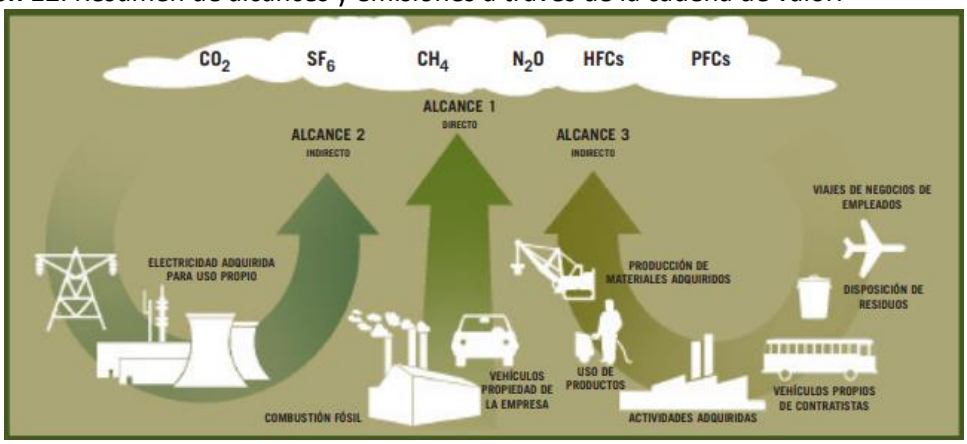
El GHG Protocol (2005) define que una empresa ejerce control operacional sobre alguna operación si dicha empresa o alguna de sus subsidiarias tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas en la operación, lo cual describe de manera asertiva el control que tiene la empresa "INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS W.C. S.A.S" con todos los procesos u operaciones que se realizan en la bodega CEDI Madrid. Por lo tanto, el límite organizacional establecido es el enfoque de control operacional y esto conlleva a que la empresa debe contabilizar y hacerse cargo del 100% de las emisiones que la operación produzca en el sitio.

Después de haber determinado los límites organizacionales en términos de las operaciones de las que es propietaria o tiene el control, el protocolo GHG (2005) índica que se debe establecer los límites operacionales. Esto involucra identificar emisiones asociadas a sus operaciones clasificándolas como emisiones directas o indirectas, y seleccionar el alcance de contabilidad y reporte para las emisiones indirectas.

Para obtener una globalización y mejor organización en el tema de emisiones directa e indirectas, el GHG Protocol estipula la importancia de separar las distintas emisiones en tres tipos de alcances con propósitos de contabilidad y reporte. El alcance 1 relaciona, en general, el consumo de combustibles fósiles requeridos en los procesos realizados en equipos propios o controlados por la empresa. El alcance 2 relaciona todo el consumo de energía eléctrica dentro de las instalaciones de la empresa. Y el alcance 3, está vinculado a todas las otras emisiones indirectas que están relacionadas con el funcionamiento de la empresa, en este caso, la generación de residuos

peligrosos de la empresa en la Bodega CEDI Madrid. Cabe resaltar que el alcance 3 es una categoría opcional de reporte y contabilidad.

Ilustración 12. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor.



Fuente: (GHG Protocol, 2005).

Teniendo en cuenta el término de alcance en la medición de la huella de carbono según el GHG Protocol y los tres tipos de alcance existentes, es necesario establecer los alcances para el reporte y contabilidad de la huella de carbono de la bodega CEDI Madrid. En la tabla 5 se evidencian los tres alcances tomados en la estimación de la huella de carbono.

Tabla 5. Alcances establecidos para la bodega CEDI de Madrid.

Tipo de alcance	Actividad relacionada
Alcance 1: Emisiones directas de GEI	• Consumo de gas natural • Transporte propio de la empresa en los procesos de logística y producción
Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad	• Consumo de energía eléctrica dentro de las instalaciones de la bodega CEDI de Madrid
Alcance 3: Otras emisiones indirectas de GEI	• Disposición de residuos peligrosos.

Fuente: Autores.

6.2. FASE 2: ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO

6.2.1. INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFERICAS.

Un inventario de emisiones atmosféricas es un conjunto de datos que caracterizan y consolidan, mediante sumatoria, las emisiones de contaminantes atmosféricos, de acuerdo con el tipo de fuente y el tipo y cantidad de contaminantes emitidos, en un área geográfica y en un intervalo de tiempo determinados. *(EPA, 1999).* Es importante, relevante y requerido por el GHG Protocol, hacer un inventario de emisiones en el cual se aclaren los tipos de GEI emitidos por los procesos realizados en los alcances estipulados. En la tabla 6 se realiza dicho inventario y proporciona información relevante para diferenciar los gases emitidos en los alcances y en los diferentes procesos realizados en la bodega CEDI Madrid.

En el tema de consumo de gas natural es importante resaltar que, al ser un combustible, es obligatorio incluir el CO_2 dentro los gases que emite debido a la combustión de este. Por otra parte, es necesario incluir el CH_4 debido a que parte de estas emisiones se dan en la extracción, trasporte y distribución del gas (Miteco, s.f.) los cuales no hacen parte de los ítems a evaluar en la medición,

las emisiones de CH_4 también están vinculadas a emisiones fugitivas del gas que, teniendo en cuenta el peor escenario, se deben tener en cuenta para la estimación de la huella de carbono.
Con el tema de consumo de Diésel se debe destacar que los índices de emisión de CH_4 y N_2O dependen principalmente de la tecnología de combustión y control de emisiones presente (IPCC,2006), la cual es información ausente y debido a esto, se toma la idea de establecer el peor escenario y evaluar las emisiones de ambos gases.
Los gases tenidos en cuenta para las emisiones de las diferentes actividades son aquellos GEI denominados directos, estos son gases que contribuyen al efecto invernadero tal como son emitidos a la atmósfera. En este grupo se encuentran: el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los compuestos halogenados. (IDEAM,2007)

Tabla 6. Inventario de emisiones.

Alcance	Actividades	Descripción	Emisión de CO_2	Emisión de CH_4	Emisión de N_2O
Alcance 1: Emisiones directas de GEI	Consumo de gas natural	Todo el consumo de gas se vincula con el uso del horno el cual maneja un equipo llamado quemador de gas de aire soplado.	X	X	
	Transporte propio de la empresa (camiones Chevrolet) en los procesos de logística y producción	El combustible utilizado en el equipo de transporte de la tubería y equipos de construcción es de tipo DIESEL.	X	X	X
Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad	Consumo de energía eléctrica dentro de las instalaciones de la bodega CEDI de Madrid	El consumo de energía hace referencia a todos los equipos industriales y administrativos utilizados en la Bodega CEDI Madrid	X		
Alcance 3: Otras emisiones indirectas de GEI	Disposición de residuos peligrosos.	Son todos los residuos peligrosos entregados al gestor contratado por la empresa.	X		

Fuente: Autores.

6.2.2. APLICACIÓN MÉTODO DE FACTORES DE EMISIÓN

Para la estimación de la huella de carbono son necesarios dos ítems, el valor de consumo de cada actividad y el valor del factor de emisión correspondiente a cada actividad. Los valores de consumo son aquellos resultantes de cada actividad, por ejemplo, el consumo de energía en Kw/h, cantidad en masa de residuos dispuestos, etc. El factor de emisión, según la UPME (2022), es el valor representativo que intenta relacionar la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera con una actividad asociada a la emisión del contaminante.
Los factores de emisión son valores calculados por diferentes entes reguladores y es por ello que cada actividad tiene su propio factor de emisión y estos son presentados en la siguiente tabla.
El dato correspondiente al factor de emisión de la disposición de Residuos peligrosos (RESPEL) hace referencia a la disposición de residuos en vertedero controlado (relleno sanitario) y está vinculado

a la disposición de RESPEL de la empresa debido a que el gestor externo hace el correspondiente proceso en el cual tiene como fin el entierro de los residuos en celdas de seguridad.

Tabla 7. Factores de emisión de las actividades relacionadas a los alcances.

Actividad	**Factores de emisión**		**Cita**
Consumo de gas natural	CO_2	1.9801 $KgCO_2/m^3$	(UPME,2016)
	CH_4	0.000168 $KgCH_4/m^3$	(GHGprotocol, 2017)
Consumo de Diésel	CO_2	10.15 $kgCO_2$ eq/gal	(UPME,2016)
	CH_4	0.000004488 Kg CH_4/gal	(GHGprotocol, 2017)
	N_2O	0.00004224 Kg N_2O/gal	(GHGprotocol, 2017)
Consumo de energía eléctrica	CO_2	0.112 tCO_2 eq/MWh.	(UPME,2022)
Disposición de RESPEL	CO_2	12.83 $kgCO_2$ eq/Kg de residuo	(CAR, 2013)

Fuente: Autores

Con motivo de comparar el impacto climático de diferentes gases de efecto invernadero (GEI), se establece el llamado Potencial de Calentamiento Global GWP por sus siglas en inglés. El cual es un valor que representa la capacidad relativa de un gas para atrapar calor en la atmósfera en comparación con el dióxido de carbono (CO2) durante un período de tiempo de 100 años. En la tabla 8 se presentan los valores del GWP para los gases presentes en el inventario.

Tabla 8. Valores del potencial de calentamiento global.

Gas	GWP	Cita
CO_2	1	(EPA,2023)
CH_4	30	(EPA,2023)
N_2O	273	(EPA,2023)

Fuente: Autores

Línea base de los resultados que presenta la empresa 2023.

- Total, energía consumida CEDI Madrid 2023: 131420 kW. (Wcinstalaciones, 2024).
- Consumo de combustible de los vehículos de la empresa: 3994.08 gal (Wcinstalaciones, 2024).
- Total, gas consumido CEDI Madrid 2023: 4880 m3. (Wcinstalaciones, 2024).
- Total, RESPEL CEDI Madrid 2023: 10081.6 kg (Envases de soldadura PVC, envases de pintura, cartón y plástico contaminado). (Wcinstalaciones, 2024).

Los datos previos son secundarios, ya que los suministra la empresa. Son relevantes, ya que son confiables por ser datos extraídos de los recibos de las empresas de servicios públicos a la empresa. Estos datos se toman para la elaboración de la primera estimación de huella de carbono de la empresa en el año 2023, algunos datos se modifican en la tabla 7 por su unidad.

$$Huella\ de\ carbono\ (Kg\ CO_2e) = CA \times FE \times GWP$$

Ecuación 1. Medición huella de carbono presentada por la empresa

Donde:

CA: Consumo de cada actividad.

FE: Factor de emisión.

GWP: Potencial de calentamiento global.

Tabla 9. Estimación de la huella de carbono para el año 2023.

FUENTE DE EMISIÓN	DESCRIPCIÓN	CONSUMO		FACTOR DE EMISIÓN		GWP	HUELLA DE CARBONO (TON CO_2e)
		CANT.	UN.	CANT.	UN.		
ALCANCE 1							
Emisiones directas de GEI	Consumo de gas natural	4880	m^3	1.98	$KgCO_2/m^3$	1	9.66
				0.000168	$KgCH_4/m^3$	30	0.025
	Consumo de Diesel de los camiones propios de la empresa	3994.08	gal	10.15	$KgCO_2$ eq/gal	1	40.54
				0.000004488	$KgCH_4$ /gal	30	0.00054
				0.00004224	N_2O/gal	273	0.046
	Subtotal huella de carbono alcance 1						50.28
ALCANCE 2							
Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad	Consumo de energía eléctrica	131.42	MW	0.11	Tco_2 eq/MWh	1	14.46
	Subtotal huella de carbono alcance 2						14.46
ALCANCE 3							
Otras emisiones indirectas de GEI	Disposición de RESPEL	10081.6	Kg	12.83	$kgCO_2$ eq/Kg de residuo	1	129.35
	Subtotal huella de carbono alcance 3						129.35
TOTAL HUELLA DE CARBONO							194.09

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta la tabla 9, la empresa instalaciones hidráulicas y sanitarias W.C. tuvo una huella de carbono de 194,1 Ton CO_2e para el año 2023, lo cual establece un punto inicial de valores críticos en los cuales resaltan actividades como la generación de RESPEL, consumo de Diesel y consumo de energía eléctrica. Además, hay algunos valores de emisiones de gases que no aportan mucho valor

al resultado de Ton CO_2e y permite reconocer que hay algunas actividades y gases que requieren más vigilancia y control.
Teniendo en cuenta estudios similares, la empresa presenta una huella de carbono anual muy elevada y en gran parte este valor se da debido a que se toma en cuenta el alcance número 3, el cual es un alcance que no es obligatorio para la medición, y como se puede ver en la tabla 9, este alcance aporta el valor más elevado de Ton CO_2e. Sin embargo, resulta muy importante agregarlo a la medición debido a que la generación de residuos peligrosos que es un tema que se debe gestionar de mejor manera a nivel local y nacional.

6.2.3. CÁLCULO DE DATOS PRIMARIOS PARA ESTIMAR EL CONSUMO ENERGÉTICO.

Es necesario realizar una estimación de consumo de energía mediante datos primarios convalidados en los diferentes procesos de la bodega CEDI Madrid. Para ello hay que evidenciar el tiempo real de uso de los equipos y máquinas presentes en todos los procesos de la empresa en la Bodega.
La importancia de obtener datos primarios, con los cuales se puedan comparar aquellos datos de consumo facilitados por la empresa, es bastante significante ya que permite obtener datos más puntuales en los cuales se pueden diferenciar por procesos, zonas, puntos claves a trabajar con respecto a la disminución de consumo, etc. Además, los datos primarios permiten tener una confiabilidad elevada en los resultados ya que se conoce la procedencia de estos.
Para calcular los datos primarios se realizan varias visitas en diferentes momentos de la jornada para establecer un consumo total de toda la jornada de trabajo. Esto se realiza calculando tiempos medios de uso de equipos por proceso, duración de la jornada y duración de los momentos en que los equipos y maquinas no funcionan (break y tiempo de almuerzo).
Debido a la importancia de obtener un valor de consumo energético representativo, es necesario obtener un inventario de equipos que consumen energía en la bodega CEDI Madrid, es por ello que en la tabla 10 se presentan todos estos equipos y se describen de manera breve cada uno. Esta tabla presenta a modo de inventario general todos los equipos y sirve como punto inicial para poder obtener información clave para la identificación de las actividades y procesos presentes en la bodega.

Tabla 10. Inventario de equipos de la empresa.

Equipo/Maquina	Referencia	Tipo de consumo
Luminarias oficinas, baños, almacén número 1 y vestidores	Lámpara antipolvo 36W led de sobreponer 120cm alta potencia	Consumo energético
Luminarias almacén número 2, área de alistamiento y zona de roscadoras y soldadura	Reflector LED 2X30W Trípode Luz Blanca Luminarios high bay que operan un LED de alta potencia tipo SMD de 120 watts	Consumo energético
Computadores	Todos los computadores son de escritorio Computador All in One HP 21.5" Pulgadas dd2020la - Intel Core i3 - RAM 8GB - Disco SSD 512 GB – Negro (150W)	Consumo energético
Impresoras	• Impresora multifuncional HP Smart Tank WiFi 580 • Impresora fotocopiadora color RICOH MPC-3503 Refurbished	Consumo energético

	• Impresora Multifuncional HP LaserJet serie M3035	
Teléfono fijo	Teléfono fijo alámbrico escritorio	Consumo energético
Horno microondas	Horno microondas Electrolux 17L Blanco (EMDO17S3GSLUW).	Consumo energético
Neveras	Nevera para refrigeración - F1	Consumo energético
Roscadora	Roscadora RIGDID modelo 535	Consumo energético
Máquina de soldadura	Equipo de Corte Plasma Hypertherm Powermax125	Consumo energético
Taladro de árbol	Taladro De Árbol 13mm 350w Uyustools	Consumo energético
Perforadora	WB-P400 WavePulse, Inverter Welding Power Source (Single/Three Phase)	Consumo energético
Ranuradora	Ranuradora victaulic VE270FSD	Consumo energético
Maquina marcadora	GRAVOTECH Marking	Consumo energético
Cabina de pintura	The ColorMax 2 System – Fast Color Change in Three Standard Models	Consumo energético
Horno	Horno serie Riello 40	Consumo energético y de gas
Pulidora	Mini pulidora 4 1/2 pulg dewalt dwe4314-b3 (1500W)	Consumo energético
Puente grúa	Dos puentes grúa con polipasto eléctrico de cable y capacidad de 5 y 10 toneladas respectivamente	Consumo energético

Fuente: Autores.

6.2.3.1. CÁLCULO DE TIEMPO REAL DE FUNCIONAMIENTO DE LAS MAQUINAS.

→ **Zona número 1 (Roscadoras planta del primer piso).**

Los datos que se presentaran en la siguiente tabla son los tiempos que se tomaron para los 5 trabajadores en cada una de las roscadoras, para así llegar a medir el consumo de energía de la máquina y también se puede llegar a calcular si es necesario el rendimiento de cada trabajador. Se le nombro zona número uno, ya que estas roscadoras están instaladas en una zona del primer piso diferente a las de otras máquinas. Esta zona resulta muy importante para el proceso productivo de la bodega CEDI Madrid debido a que es la zona principal en la cual se hacen modificaciones a la tubería y, además, es una zona de constante actividad productiva y de generación de residuos.

Cabe resaltar que los trabajadores que se encuentran en dicha zona nunca se vieron rotar el trabajo en máquinas diferentes por lo cual el promedio del tiempo que se calculo puede llegar a ser similar todos los días en los que se encienden dichas máquinas.

Tabla 11. Tiempos de consumo energético en la zona uno de las 5 roscadoras. (1725W)

Trabajador/ (tiempo de corte)	T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	T4 (s)	T5 (s)	Tiempo entre cortes(s)	Tiempo Promedio por pieza (s)	Segundos de trabajo al día	Número total de piezas	Tiempo de funcionamiento de la maquina (s)	Tiempo de funcionamiento de la maquina (h)
Numero 1	68	67	68	65	69	7	74	28800	387	26090	7.25
Numero 2	82	85	80	77	78	12	92	28800	312	25060	6.96
Numero 3	95	95	94	107	85	14	109	28800	264	25108	6.97
Numero 4	75	69	73	66	71	10	81	28800	356	25236	7.01
Numero 5	82	68	83	77	80	12	90	28800	320	24960	6.93

Fuente: Autores.

Tabla 12. Evidencia fotográfica de las roscadoras. Anexo número D.

→ **Zona número 2 (Maquina de soldaduras y taladro de árbol).**

Esta zona está ubicada en la primera planta de la bodega y allí se encuentran equipos especializados en transformar los tubos para las diferentes necesidades del proyecto. Se les dio el nombre de zona número 2 ya que necesitan demasiada área de espacio por lo cual se encuentran alejadas de las otras zonas. Dentro de estas actividades están los cortes del tubo, pulir el tubo, perforar el tubo, soldar conjuntos de tubos, etc.

Tabla 13. Tiempos de consumo energético en la zona número 2 (Maquina de soldadura y taladro de árbol).

Equipo	Tiempo que se tarda (min)	# veces que se usa al día	Tiempo de funcionamiento de la maquina (min)	Tiempo de funcionamiento de la maquina (h)
Soldadora 1	8.62	50	431	7,18
Soldadora 2	8.22	43	353.46	5,89
Taladro de árbol	0.45	93	41.85	0,70

Fuente: Autores.

Tabla 14. Evidencia fotográfica de la máquina de soldadura y la máquina de corte. Anexo E.

→ **Zona número 3 (Planta segundo piso).**

La zona número 3 se encuentra en el segundo piso de la bodega CEDI Madrid y es allí en donde se realizan procesos generales a toda la tubería dispuesta para los proyectos. Es allí en donde se realizan procesos como el corte laser, roscado, marcado y pintura de la tubería que será utilizada.

En la tabla número 14 se hace una estimación del tiempo de uso de las maquinas industriales encontradas en esta zona. Estos tiempos son relevantes para la medición de la huella de carbono ya que permiten estimar un consumo de energía total. Además, si la empresa llega a requerirlo, este dato permite evaluar el rendimiento de los diferentes trabajadores en las diferentes zonas de la Bodega CEDI Madrid.

Tabla 15. Tiempos de consumo energético para las máquinas que se encuentran en el segundo piso.

Equipo	Tiempo que se tarda (min)	# veces que se usa al día	Tiempo de funcionamiento de la maquina (min)	Tiempo de funcionamiento de la maquina (h)
Cabinas de pintura	53	3	159	2.65
Horno (170°C)	25	3	75	1.25
Maquina marcadora	0.47	227	106	1.77
Ranuradoras	1.25	150	187.5	3.13
Puente grúa 5Ton	2.42	23	55.66	0.93
Puente grúa 10Ton	2.42	55	133.1	2.22

Tiempo/ Máquina	T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	T4 (s)	T5 (s)	Tiempo que se demora entre cortes(s)	Tiempo Promedio por pieza (s)	Segundos de trabajo al día	Totales # piezas	Tiempo de funcionamiento de la maquina (s)	Tiempo de funcionamiento de la maquina (h)
Roscadora	86	90	95	96	88	11	102	28800	282	25694	7.14
Soldadora de plasma	98	93	97	97	98	30	126,6	28800	227	21975	6.10

Fuente: Autores.

Tabla 16. Evidencia fotográfica de la planta del segundo piso. Anexo F.

→ **Luminarias.**

En la tabla 17 se evidencian las luminarias de la bodega de la empresa, cabe recalcar que dentro de las luminarias de la zona de roscadoras y soldadura 3 de ellas son tipo trípode.

Tabla 17. Numero de luminarias en la bodega.

Característica	**Lugar específico bodega**	**# de luminarias**	**¿Se mantienen prendidas?**	**Hora de uso**
Luminarias	Almacén 1	11	Si	7am-5pm
	Almacén 2	12	No	7am-9am/9:30am-12:30am/1:30pm-5pm
	Oficinas área de producción	17	No	7am-9am/9:30am-12:30am/1:30pm-5pm
	Vestier hombres	4	No	7am-9am/9:30am-12:30am/1:30pm-5pm
	Vestier mujeres	4	No	7am-9am/9:30am-12:30am/1:30pm-5pm

	Área de alistamiento	9	No	7am-9am/9:30am-12:30am/1:30pm-5pm
	Baño hombres	3	Si	7am-5pm
	Baño mujeres	3	Si	7am-5pm
	Oficina HSE	2	Si	7am-5pm
	Zona roscadoras y soldadura	16	Si	7am-5pm

Fuente: Autores.

6.2.3.2 CÁLCULO CONSUMO ENERGÉTICO DE LA BODEGA.

Para sacar el consumo de kWh/día se debió investigar para cada máquina los volteos (V) y amperios (A) que presentan, para así multiplicarlos y obtener la potencia (W) (como lo establece la ley de Watt), después se divide entre 1000 para obtener valores en (kW), posteriormente se deben multiplicar los (kW) por las horas de uso en un día para obtener los (kWh) del equipo. Simplemente para sacar el consumo/mes se debe multiplicar por el número de días en un mes y ya para sacar el consumo/6 meses se multiplica por los 6 meses que fue lo que duro la medición del proyecto. Cabe resaltar que la potencia de las maquinas es sacada de la misma referencia que ellas muestran detrás de cada equipo.

$$Potencia\ (W) = Tension\ (V) \times Intensidad\ (A)$$

Ecuación 1. Potencia para máquinas.

$$Consumo = Potencia \times horas\ de\ uso$$

Ecuación 2. Consumo de las máquinas.

Tabla 18. Calculo para el consumo de energía de las roscadoras.

Nombre	Cantidad	Horas de uso	Potencia (W)	Consumo (kWh/día)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/6 meses)	Cita del valor de la potencia
Numero 1	1	7.25	1725	12.50	375	2250	(Grainger, s.f).
Numero 2	1	6.96	1725	12	360	2160	(Grainger, s.f).
Numero 3	1	6.97	1725	12.02	360.6	2163.6	(Grainger, s.f).
Numero 4	1	7.01	1725	12.09	362.7	2176.2	(Grainger, s.f).

Numero 5	1	6.93	1725	11.95	358.5	2151	(Grainger, s.f).
Consumo total zona de roscadoras (kWh/día)						60.56	
Consumo total zona de roscadoras (kWh/mes)						1816.8	
Consumo total zona de roscadoras (kWh/6 meses)						10900.8	

Fuente: Autores.

El valor de la potencia que se usó para las máquinas de soldadura se encontró por medio del equipo que se usa en la empresa con las referencias de la ficha técnica (*Hypertherm)* encontradas en los manuales de internet ya que ninguna de las máquinas que se encontraban en la bodega contenían información. (Hypertherm, s.f). A diferencia de la máquina del Taladro de Árbol que si contaba con la ficha técnica insertada en el propio equipo para así obtener el resultado de la potencia.

Tabla 19. Calculo para el consumo de energía de máquina de soldadura y taladro de árbol.

Nombre	**Cantidad**	**Horas de uso**	**Potencia (W)**	**Consumo (kWh/día)**	**Consumo (kWh/mes)**	**Consumo (kWh/6 meses)**	**Cita del valor de la potencia**
Máquina de soldadura 1	1	7.18	5000	35.9	1077	6462	(Hypertherm, 2022).
Máquina de soldadura 2	1	5.89	5000	29.45	883.5	5301	(Hypertherm, 2022).
Taladro de árbol	2	0.70	1100	1.54	46.2	277.2	(Uyustools, 2022):
Consumo total de máquinas de soldadura y taladro de árbol (kWh/día)						66.89	
Consumo total de máquinas de soldadura y taladro de árbol (kWh/mes)						2006.7	
Consumo total de máquinas de soldadura y taladro de árbol (kWh/6 meses)						12040.2	

Fuente: Autores.

En las fichas técnicas presentadas en las mismas maquinas se encontró el cálculo de potencia de estas mismas.

Tabla 20. Calculo para el consumo de energía de las maquinas del segundo piso.

Nombre	Cantidad	Horas de uso	Potencia (W)	Consumo (kWh/día)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/6 meses)	Cita del valor de la potencia
Cabina de pintura	2	2.65	250	1.325	39.75	238.5	(Nordson, 2024).
Horno	1	1.25	600	0.75	22.5	135	(Wcinstalaciones, 2024).
Maquina marcadora	1	1.77	240	0.4248	12.74	76.46	(Wcinstalaciones, 2024).
Roscadora	1	7.14	1725	12.31	369.5	2217	(Grainger, s.f).
Soldadora de plasma	1	6.10	22600	138	4136	24815	(Wcinstalaciones, 2024).
Ranuradora	3	3.13	1760	16.52	495.8	2974.75	(Victaulic, 2024).
Puente grúa 5Ton	1	0.93	4500	4.19	125.7	754.2	(Polipastos, 2024).
Puente grúa 10Ton	1	2.22	13000	28.86	865.8	5194.8	(Polipastos, 2024).
Consumo total de máquinas del segundo piso (kWh/día)						202.37	
Consumo total de máquinas del segundo piso (kWh/mes)						6067.79	
Consumo total de máquinas del segundo piso (kWh/6 meses)						36405.71	

Fuente: Autores.

La máquina que presenta el consumo más alto en la zona del segundo piso es la soldadora de plasma ya que presenta un numero demasiado elevado de potencia por lo que genera un mayor consumo en la electricidad de toda la zona. Se debe resaltar la diferencia que presentan frente al consumo los dos puentes grúa y como la diferencia de las toneladas puede llegar a significar un aumento hasta del 50% de energía.

Tabla 21. Calculo para el consumo de energía de las luminarias.

Nombre	Cantidad	Horas de uso	Potencia (W)	Consumo (kWh/día)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/6 meses)
Lámpara anti polvo 36W led de sobreponer 120cm alta potencia	44	10	36	15.84	475.2	2850
Reflector LED 2X30W Trípode Luz Blanca	3	10	30	0.9	27	162
Luminarios high bay que operan un LED de alta potencia tipo SMD de 120 watts	37	10	120	40.8	1224	7344
Consumo total luminarias (kWh/día)						57.54
Consumo total luminarias (kWh/mes)						1726.2
Consumo total luminarias (kWh/6 meses)						10356

Fuente: Autores.

Se debe tener en cuenta que las luminarias en general cuentan con una vida útil de hasta 15.000 lo que equivale a tenerlas encendidas un año y medio sin interrupción, por lo que cuando se realizaron las visitas a la bodega, un gran número de lámparas anti polvo led presentaban la luz intermitente por lo que es necesario tener en cuenta estos factores para realizar el cálculo del consumo de energía.

Tabla 22. Calculo para el consumo de energía de los computadores.

Nombre	Cantidad	Horas de uso	Potencia (W)	Consumo (kWh/día)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/6 meses)
Computador de escritorio	13	10	150	19.5	585	3510
Consumo total computadores (kWh/día)						19.5
Consumo total computadores (kWh/mes)						585
Consumo total computadores (kWh/6 meses)						3510

Fuente: Autores.

Tabla 23. Calculo para el consumo de energía de los teléfonos fijos e impresoras.

Nombre	Cantidad	Horas de uso	Potencia (W)	Consumo (kWh/día)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/6 meses)
Teléfono fijo alámbrico escritorio fijo negro	7	10	1	0.07	2.1	12.6
Impresora multifuncional HP Smart Tank WiFi 580	1	Solo cuando se enciende	Imprimiendo= 560 Reposo= 19s	0.541	16.23	97.38
Impresora fotocopiadora color RICOH MPC-3503 Refurbished	1	Solo cuando se enciende	780	0.78	23.4	140.4
Impresora Multifuncional HP LaserJet serie M3035	1	Solo cuando se prende	950	0.95	28.5	171
Consumo total equipos oficina (kWh/día)						2.341
Consumo total equipos oficina (kWh/mes)						70.23
Consumo total equipos oficina (kWh/6 meses)						421.38

Para calcular la impresora multifuncional Hp, se debe tomar el tiempo de reposo, ya que es una impresora de cinta, mientras que las otras solo se encienden cuando se usarán, por lo que solo se toma el dato de la potencia general.

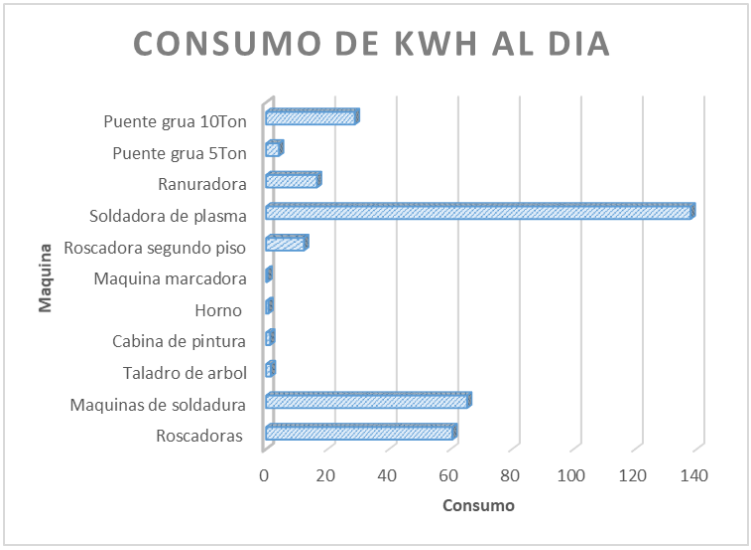
Tabla 24. Calculo para el consumo de energía de la zona de comida.

Nombre	Cantidad	Horas de uso	Potencia (W)	Consumo (kWh/día)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/6 meses)
Nevera	2	24	350	16.8	504	3024
Horno microondas Electrolux 17L Blanco (EMDO17S3GSLUW)	3	2	890	5.34	160.2	961.2
Consumo total zona de comida (kWh/día)						22.14
Consumo total zona de comida (kWh/mes)						664.2
Consumo total zona de comida (kWh/6 meses)						3985.2

Fuente: Autores.

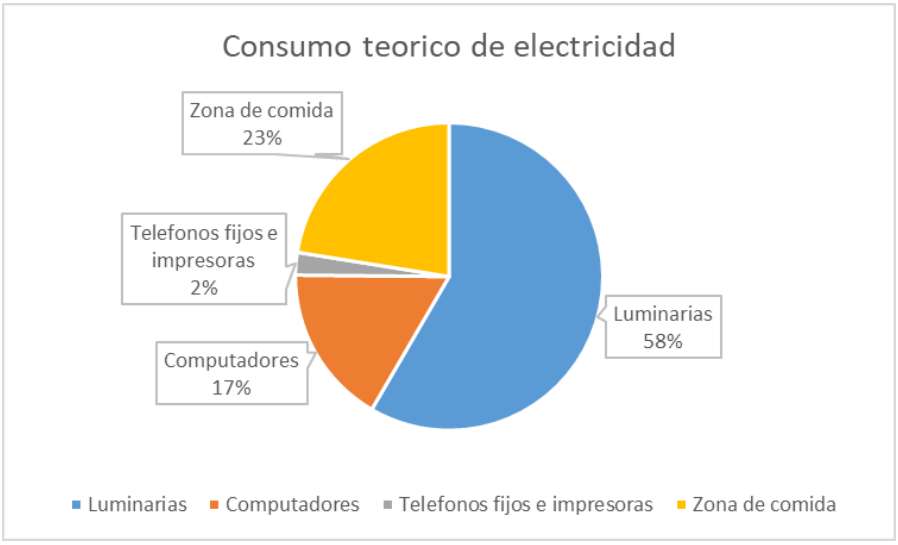
Considerando los resultados demostrados anteriormente se pudo calcular la relación porcentual de los equipos que no son maquinarias para conocer su consumo teórico de electricidad, como se evidencia en la ilustración 14; resulta en que las luminarias con un 58% es lo que más consume electricidad en el día, le sigue la zona de comida que más que todo es por las dos neveras, que deben mantener conectadas las 24 horas, luego los computadores y para finalizar con bajo consumo los teléfonos y las impresoras. Claramente los resultados fueron los mismos si se realiza la medición de un solo mes e igualmente si se realiza la medición para los 6 meses. Se tuvo en cuenta el factor secundario de si se mantenía encendido el equipo o se apagaba en algún momento para así tener en cuenta los tiempos de uso; de igual manera para las luminarias si se mantenían encendidas o no.

Ilustración 13. Relación porcentual del consumo teórico de electricidad de las maquinas por medio de un gráfico de barras.



Fuente: Autores.

Ilustración 14. Relación porcentual del consumo teórico de electricidad de los equipos que no son máquinas.



Fuente: Autores.

6.2.3.3 CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL.

Tabla 25. Consumo de energía total para realizar la medición final de la huella de carbono.

Máquinas y equipos/Consumo energía total	**kWh/día**	**kWh/mes**	**kWh/6 meses**
Roscadoras	60.56	1816.8	10900.8
Máquinas de soldadura y taladro de árbol	66.89	2006.7	12040.2
Maquinas segundo piso	202.37	6067.79	36405.71
Luminarias	57.54	1726.2	10356
Computadores	19.5	585	3510
Impresoras y teléfonos	2.341	70.23	421.38
Zona de comida	22.14	664.2	3985.2
Total	431.341	12936.92	77619.29

Fuente: Autores.

6.2.4. CALCULO CONSUMO DE GAS DE LA BODEGA.

En la bodega de la empresa el único consumo de gas que se genera es con la máquina del horno, por lo que el resultado sería igual al consumo que llega en el recibo de gas (Tabla 9), ya que no hay otra forma de medirlo.

6.2.5. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO TOTAL.

Teniendo en cuenta valores promedio mensual de consumo del año 2023 (Gas, combustible Diésel y generación de RESPEL) y el consumo de energía calculado, se procede a estimar la huella de carbono de la empresa instalaciones Hidráulicas y Sanitarias WC mediante uso de los factores de emisión presentes en la (Tabla 7). Se hace uso de la ecuación 3 para el cálculo de la huella de carbono, ya que es necesario hacer uso del GWP de los gases emitidos por los diferentes procesos de la empresa. Finalmente se obtiene el valor total de emisión de CO_2 en unidades de TON CO_2e.

$$Huella\ de\ carbono\ (Kg\ CO_2e) = CA \times FE \times GWP$$

Ecuación 4. Medición huella de carbono calculada por autores.

Donde:

CA: Consumo de cada actividad.

FE: Factor de emisión.

GWP: Potencial de calentamiento global.

Tabla 26. Estimación de huella de carbono mensual.

FUENTE DE EMISIÓN	DESCRIPCIÓN	CONSUMO		FACTOR DE EMISIÓN		GWP	HUELLA DE CARBONO (TON CO_2e/mes)
		CANT.	UN.	CANT.	UN.		
ALCANCE 1							
Emisiones directas de GEI	Consumo de gas natural	406.67	m^3	1.98	$KgCO_2/m^3$	1	0.81
				0.000168	$KgCH_4/m^3$	30	0.002
	Consumo de Diesel de los camiones Chevrolet propios de la empresa	332.84	gal	10.15	$KgCO_2$ eq/gal	1	3.38
				0.000004488	$KgCH_4$ /gal	30	0.000045
				0.00004224	N_2O/gal	273	0.0038
	Subtotal huella de carbono alcance 1						4.2
ALCANCE 2							
Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad	Consumo de energía eléctrica	12.94	MW	0.11	tCO_2 eq/MWh	1	1.42
	Subtotal huella de carbono alcance 2						1.42
ALCANCE 3							
Otras emisiones indirectas de GEI	Disposición de RESPEL	840.13	Kg	12.83	$kgCO_2$ eq/Kg de residuo	1	10.78
	Subtotal huella de carbono alcance 3						10.78
TOTAL, HUELLA DE CARBONO							16.4

Fuente: Autores.

En la tabla 26 se estima que la huella de carbono mensual de la empresa instalaciones hidráulicas y sanitarias WC es de 16.4 $TonCO_2$ y teniendo en cuenta este valor, es necesario plantear y proponer diferentes medidas de mitigación y/o compensación.

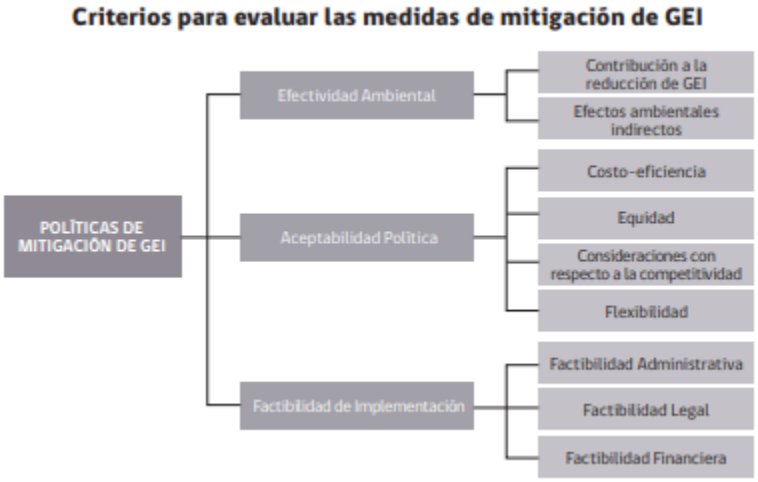
El cálculo de la medición de la huella de carbono de la empresa con base a la línea base dio como resultado 194.09 $TonCO_2$/anual como se puede evidenciar en la tabla 9, mientras que el cálculo de la huella de carbono realizado por los estudiantes fue de 196.8 $TonCO_2$/anual, como resultado se puede llegar a concluir que la medición de la huella de carbono fue casi perfecta por la similitud de ambos resultados.

6.3. FASE 3: PLANES DE COMPENSACIÓN Y/O MITIGACIÓN

6.3.1. PLAN DE MITIGACIÓN

Considerando las emisiones dadas por la medición de la huella de carbono presentada antes, se presentarán los criterios para evaluar las medidas de mitigación en una empresa para ayudar a describir alternativas que nos ayuden a mostrar una mitigación de la generación de gases.

Ilustración 15. Criterios para evaluar las medidas de mitigación de los gases de efecto invernadero.



Fuente: (Basado en varios autores, incluyendo la OCDE, 1997; IPCC, 2014; Konidari, 2011; Gobierno de Australia de 2011, 2015).

Tabla 27. Estrategia de los sistemas de iluminación para ayudar en la reducción del consumo de energía.

Estrategia	
Nuevos sistemas de iluminación en las diferentes zonas de la bodega	
Objetivo de emisión a mitigar	Alcance 2 – Consumo energético
Descripción	Para mejor el control de las luminarias y que se mantienen encendidas todo el día, lo ideal es instalar temporizadores o sensores en zonas como los baños, zonas administrativas y zonas de trabajo
Características	
Es normal que suceda que al salir de la empresa se dejen algunas luces prendidas o al salir a los descansos los trabajadores no apaguen las luminarias, para esto es necesario que se instalen o unos temporizadores para las zonas de trabajo ya que se pueden colocar las horas en las que se encuentran ahí y evitar las horas de comida o también colocar sensores en lugares como baños y zonas administrativas para que las luces no se mantengan prendidas y así evitar un mayor consumo en la energía.	
Inversión estimada	5 temporizadores (Zonas de máquinas en la bodega) – $200.000 2 sensores (Baños y Zona administrativa)– $60.000 Luminarias LED o bombillas LED – $25.000 la unidad

Fuente: Autores.

Tabla 28. Estrategia para mejorar el inventario de máquinas en la bodega de la empresa.

Estrategia	
Mejorar el inventario de máquinas en la bodega de la empresa	
Objetivo de emisión a mitigar	Alcance 2 – Consumo energético
Descripción	Para lograr una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, aumentar la eficiencia y productividad del material y generar un menor consumo energético es necesario mejorar el inventario de maquinaria comprando máquinas de mejor calidad.
Características	
Realizar la compra de unas mejores maquinas involucraría mejorar la innovación, competitividad y eficiencia energética de la empresa. Al principio puede llegar a sonar muy costosa la idea, pero si evidenciamos todo lo positivo que esto puede llegar a traer para la empresa seguramente valdría la pena. En resumen, mejorar las maquinasen una empresa para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero es una decisión estratégica que no solo beneficia al medio ambiente, sino también a la empresa en términos de cumplimiento normativo, eficiencia operativa, reputación y competitividad	
Inversión estimada	Cabina de pintura en aerosol automática estándar – $20.000.000 a $30.000.000 Taladro de árbol elite Tb500 - $590.000

Fuente: Autores.

6.3.2. ESTRATEGIAS DE COMPENSACIÓN PARA LA HUELLA DE CARBONO GENERADA.

Reducir la huella de carbono para esta empresa implica implementar una serie de cambios y así mismo lograr una adaptación a prácticas más sostenibles en diversas áreas como lo pueden ser las siguientes:

- **Eficiencia energética:** Como primer paso se debería plantear la realización de una auditoría energética para identificar áreas de mejora en el consumo de energía. Para ya después implementar medidas para reducir el uso de energía, como la instalación de equipos más eficientes y la optimización de procesos.
- **Energías renovables:** Se debe considerar la posibilidad de invertir en fuentes de energía renovable, como la solar o la eólica, así dando paso a la participación en programas gubernamentales que promuevan el uso de energías limpias.
- **Transporte sostenible:** La principal idea es optimizar las rutas de entrega para reducir las emisiones de los vehículos de la empresa.
- **Gestión de residuos:**
    - Implementa programas de reciclaje y promueve la reducción de residuos en tus instalaciones.

- Colabora con proveedores que adopten prácticas sostenibles en la gestión de residuos.

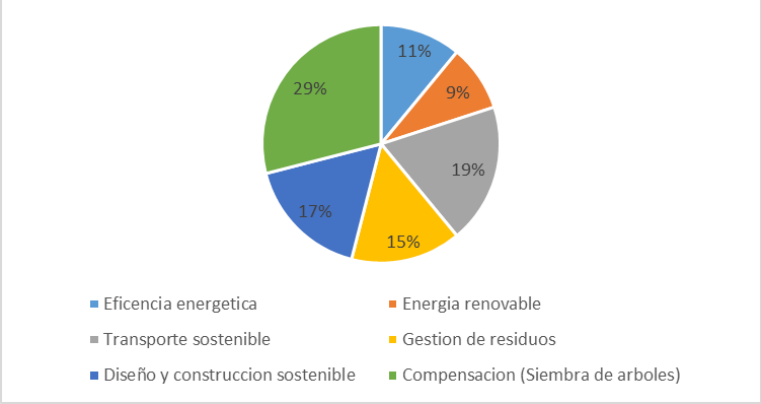
- **Diseño y construcción sostenible:** Se pueden llegar a remodelar las instalaciones de la bodega con materiales eco-amigables y lograr un mejor diseño para la optimización de la energía.
- **Compensación de emisiones:** Se puede llegar a explorar la posibilidad de realizar una plantación de árboles para así ayudar con la mitigación del CO_2.

Tabla 29. Practicas más viables de realizar para la empresa.
Los datos que se presentan a continuación son planes de compensación que más se usan por las empresas en toda Colombia, lo que nosotros realizamos fue comprobar con nuestro criterio cual es la opción más viable para la empresa a la que se le está haciendo el estudio ya que varía la zona en la que se encuentra ubicada, el municipio, los factores climatológicos, entre otros. Se colocó la siembra de árboles con un 29% ya que se consideró como la posibilidad más factible.

Planes de compensación	**Porcentaje**
Eficiencia energética	11%
Energía renovable	9%
Transporte sostenible	19%
Gestión de residuos	15%
Diseño y construcción sostenible	17%
Compensación (Siembra de árboles)	29%

Fuente. Realizado por autor.

Ilustración 16. Porcentaje de los planes de compensación más viables que puede aplicar la empresa según el criterio de los autores.



Fuente. Realizado por autor.

Tabla 30. Plan de financiación y costos según la estrategia de compensación.

Estrategia	Objetivo	Tiempo estimado	Observaciones	Costos
Eficiencia energética	La eficiencia energética se refiere a la capacidad de utilizar la energía de manera más eficaz y productiva, minimizando el desperdicio y maximizando los resultados deseados. En términos simples, implica obtener más valor o rendimiento utilizando la menor cantidad de energía posible. Es la estrategia más complicada desarrollar, ya que los costos de mejorar la eficiencia energética en la bodega de la empresa pueden ser demasiado costosos, por lo que se puede considerar, pero no sería la mejor opción a corto plazo.	1o meses – 18 meses	Para la mejora de los equipos se puede tener en cuenta una optimización en la producción, eficacia y tiempo.	$12.000.000 - $20.000.000
Fuentes no convencionales de energía	Para aplicar esta estrategia es necesario implementar unos paneles solares fotovoltaicos para así darle energía a toda la bodega (Puede llegar a ser demasiado costoso, pero a largo plazo es de las mejores ideas para tener en cuenta toda vez que también se pueda aplicar a los beneficios tributarios ambientales que otorga la UPME con relación a reducción de cuenta del 50%, exclusión del IVA, exención arancelaria y depreciación acelerada).	5 años - 8 años	Existen oportunidades de inversión en la energía renovable en Colombia ya que es un mercado muy dinámico y al país le beneficia que las empresas apliquen esta estrategia	$35.000.000 - $50.000.000 (Precio estándar de fuentes no convencionales de energía en Colombia)
Transporte sostenible	Para optimizar las rutas de entrega hay que rediseñar los planes y considerar el número de vehículos y reducirlos para ayudar en la disminución de las emisiones de los GEI que generan los camiones. También se debe tener en cuenta en el rediseño de las rutas, los frentes de obra que se están presenciando en la ciudad de Bogotá ya que la mayoría del material que se distribuye a las obras se encuentran en la capital del país.	7 meses - 9 meses	Los transportes sostenibles se están implementando en Bogotá, por lo que es muy complicado y costoso obtener un camión sostenible para las nuevas rutas.	Precio de la optimización de una sola ruta (Un vehículo) $900.000 - $1.278.000

Gestión de residuos	La empresa genera una reutilización en algunos materiales clasificados como residuos especiales y ordinarios, por lo que el objetivo sería enfatizar más en este proceso y cómo se puede aprovechar en un porcentaje mayor al 70 %. Pasos para realizar una correcta gestión de residuos: Como primer paso se debe lograr una identificación y clasificación de los residuos generados por la empresa (Se recomienda hacer un inventario de los tipos y las cantidades de los residuos). Como segundo paso se deben implementar medidas para la reducción de residuos directamente en la fuente y como último paso se debe hacer una separación y almacenamiento de estos mismos colocando contenedores de colores para identificar el tipo de cada uno.	5 meses - 10 meses	También hay que considerar los residuos peligrosos para lograr una óptima gestión de todos los tipos de residuos. (Cabe resaltar que no es la estrategia de compensación que más ayudaría a reducir gases de efecto invernadero)	$10.000.000 - $15.000.000 (Dentro de los precios se tiene en cuenta el plan de gestión de residuos que se plantearía)
Diseño y construcción sostenible	En esta estrategia es necesario rediseñar la bodega para así emplear una construcción sostenible con el medio ambiente (Toca tener en cuenta que sea con un material que evite la corrosividad). Una estrategia es realizar un sistema de recolección de agua lluvia en la bodega. Para esto como primer paso se debe diseñar un sistema de recolección que se adapte completamente a las necesidades de la empresa, esto incluye la selección de techos para la recolección, la instalación de unos canales y tuberías que sean óptimos para así dirigir el agua hacia el tanque. Después del diseño se debe obtener los permisos necesarios para realizar dicha infraestructura y ya para finalizar se puede llegar a pensar en la instalación de un sistema de filtración para eliminar impurezas que se puedan llegar a presenciar y así ayudar indirectamente en la reducción de los GEI.	2 años - 3 años	Para los costos de esta estrategia es necesario tener en cuenta los ingenieros y arquitectos que son necesarios para el nuevo diseño y lograr realizar una construcción sostenible	$1.230.000 - $1.750.000 (Datos promedio construcción sostenible en Colombia)

Compensación (Siembra de árboles)	Con el fin de realizar el ejercicio de compensación, es necesario que la siembra de individuos arbóreos se realice conforme a las directrices silviculturales que apliquen y en especial tener en cuenta que la plantación debe ser de especies endémicas con alto potencial de absorción de CO2. Razón por lo cual se debe tener en cuenta los factores climatológicos que intervienen en el municipio de Madrid, ya que si se realiza la siembra de árboles en una temporada de sequía o de muy pocas lluvias se pueden llegar a perder toda la inversión que se le daría al proyecto.	6 meses - 15 meses	Se recomienda primero que todo realizar un diseño de la plantación tanto del lugar como de las especies para posteriormente conocer sobre los abonos y fertilizantes que son necesarios y así sembrar en momentos adecuados (Como escoger temporadas de lluvias extensas).	$1.500.000 - $2.000.000 (Datos promedio Jardín Botánico)

Fuente. Realizado por autor.

Dentro del territorio municipal de Madrid, se señalan áreas rurales destinadas a la plantación de árboles, las cuales se utilizan principalmente para proteger las diferentes fuentes hídricas y ecosistemas, preservar los suelos y controlar la erosión, contrarrestar las emisiones de gases de efecto invernadero, entre otras funciones ambientales. Estos lugares son ideales para la plantación de árboles y promover la integración de la naturaleza. Un ejemplo de lo que puede llegar a realizar la empresa para lograr una compensación es sembrar algunos tipos de árboles de la ilustracion 17, ya que es la información base que presenta el municipio.

Ilustración 17. Especies de árboles sembrados en el municipio de Madrid.

ESPECIE	N° ARBOLES SEMBRADO
Arrayan	321
Cajeto	296
Chicala	283
Duraznillo	168
Hayuelo	323
Laurel de Cera	138
Roble	287
Sangregado	265
Sietecueros	188
Tíbar	292

Nota. (Alcaldía municipal de Madrid, 2021).

6.4. ANALISIS DE RESULTADOS

El protocolo GHG resulta muy útil para la medición de la huella de carbono empresarial debido a su estrategia de intentar globalizar el cálculo y el manejo de datos. Esto permite que los reportes tengan en principio, valores de emisiones correspondientes a consumo de combustibles y a consumo de energía. Además, al dividir las actividades en tres alcances, permite que se tengan en cuenta todos los procesos o actividades que generen GEI. Cabe resaltar que en el manejo de los alcances que se evidencian en la metodología, solo el alcance número tres es el que se realiza opcionalmente, teniendo en cuenta esto, lo que se manejó en este proyecto fue solo el cómo emisión indirecta la disposición de RESPEL que maneja la empresa.

Es importante aclarar que la estimación de la huella de carbono se realiza los procesos de logística y producción, los cuales son procesos descritos en la tabla 4, y, de igual manera, se debe aclarar que no son las únicas actividades que se realizan en la bodega CEDI Madrid de la compañía instalaciones hidráulicas y sanitarias W.C. ya que allí mismo se encuentra un espacio en el cual se realizan proyectos que no hacen parte de la empresa. Por lo tanto, se puede establecer la importancia de conocer detalladamente todas las actividades que componen los procesos de logística y producción y así mismo, conocer todos los equipos que se utilizan para ello.

Según la ilustración 15 se puede evidenciar que las maquinas que más consumen energía son la soldadora de plasma, las roscadoras y las soldadoras. La primera se destacó ya que la potencia que presenta dicha maquina es demasiado alta y así mismo es el uso que los trabajadores le dan el día por lo cual dio ese valor tan grande a diferencia de las otras máquinas. Las roscadoras más que tener un consumo energético muy alto es más por el número de roscadoras que presenta la empresa ya que al tener 6 en uso por aproximadamente 7 horas al día el número del consumo va a ser elevado; y ya para finalizar la causa del por qué las soldaduras consumen tanta energía se puede deber a que tanto como la maquina presenta unos números altos en los volteos y los amperios, también se usa bastante en las horas laborales de los trabajadores.

En la ilustración 14 se puede evidenciar la necesidad urgente de aplicar el plan de mitigación de la tabla 27, ya que al mantenerse las luminarias encendidas todo el día de diferentes lugares de la bodega el consumo energético es demasiado alto.

En la tabla 5 se establecen los alcances estipulados para la estimación de la huella de carbono y esta información es clave para el desarrollo del cálculo ya que permite aclarar las actividades que generan un impacto negativo en cuanto a generación de GEI. Estos alcances son descritos por el GHG Protocol y es de este protocolo de donde se realiza la respectiva selección de las actividades expuestas en la tabla. Estas actividades, representan un gran impacto debido a sus valores de consumo y es por ello por lo que se realiza la estimación con ellas. Posteriormente, se debe obtener el factor de emisión de emisión para cada actividad descrita en los alcances, estos factores deben ser diferenciados por los diferentes gases emitidos por las actividades, lo cual está expuesto en la tabla 6 (inventario de emisiones) y esta información tiene en cuenta cada actividad, equipo y tecnología utilizada. Los gases que son emitidos por los procesos de la empresa son CO_2, CH_4, y N_2O, pero los valores de huella de carbono deben ser expresados en CO_2e y es por ello que se hace uso los valores de GWP expuestos en la tabla 8. Los valores de los resultados que se obtuvieron de la huella de carbono de la empresa W.C, tanto los calculados con datos primarios, como los calculados con datos secundarios, se logró la evidencia de cómo estos valores son muy semejantes y, además, se puede deducir que muchas de las actividades se evidenciadas para el cálculo de datos primarios, se repiten constante y claramente muchas de ellas se podrían evitar o reducir para mitigar el impacto de estas.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, las propuestas de mitigación que más se recomienda aplicar es la siembra de árboles, por lo cual se debe obtener un permiso de aprovechamiento o autorización forestal que otorga la CAR para así cumplir con la ley 99 de 1993, el decreto 1076 de

2015 y el Acuerdo CAR 28 del 30 de noviembre de 2004, para así garantizar un manejo apropiado y sostenible de todas las diversas especies que se pueden plantar. Toca tener presente que La siembra de árboles como medida de mitigación para la huella de carbono empresarial presenta una amplia gama de ventajas tanto ambientales como sociales y económicas. En primer lugar, los árboles son uno de los principales aliados naturales en la captura y almacenamiento de carbono. A través de la fotosíntesis, absorben dióxido de carbono (CO2) de la atmósfera y lo convierten en oxígeno, ayudando así a reducir la cantidad de GEI que se pueden llegar a presentar en el ambiente. Esta acción es fundamental para contrarrestar los impactos negativos del cambio climático, como el calentamiento global y sus consecuencias.

Otra propuesta que se recomienda por su ayuda indirecta en las emisiones de GEI para cualquier industria o empresa es el diseño y construcción sostenible ya que, La construcción sostenible en el ámbito empresarial presenta una serie de ventajas significativas que van más allá de simples consideraciones medioambientales. En primer lugar, adoptar prácticas de construcción sostenible conlleva beneficios económicos a largo plazo. Si bien es cierto que inicialmente puede implicar una inversión mayor, a la larga se traduce en ahorros significativos en términos de consumo energético y mantenimiento. Por ejemplo, utilizar materiales de construcción reciclables o de bajo impacto ambiental no solo reduce la huella de carbono de la empresa, sino que también puede disminuir los costos asociados a reparaciones y renovaciones futuras. Otra ventaja clave de la construcción sostenible en empresas es su capacidad para mejorar la imagen corporativa y la reputación de la marca. En un mundo cada vez más consciente del impacto ambiental de las actividades humanas, las empresas que demuestran un compromiso real con la sostenibilidad suelen ser percibidas de manera más positiva por los clientes, inversores y la sociedad en general. Esto puede traducirse en mayores oportunidades de negocio, lealtad de los clientes y una ventaja competitiva frente a otras empresas que no priorizan la sostenibilidad. Además, la construcción sostenible puede contribuir significativamente a la salud y el bienestar de los empleados. Al utilizar materiales y técnicas que promueven la calidad del aire interior, la iluminación natural y el confort térmico, se crea un entorno de trabajo más saludable y productivo. Esto no solo beneficia a los trabajadores en términos de satisfacción laboral y rendimiento, sino que también puede reducir los costos asociados a bajas por enfermedad y ausentismo.

7. PROPUESTA PARA OTROS PROYECTOS.

7.1. PROPUESTA 1: ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EMPRESARIAL MEDIANTE LA METODOLOGÍA UNE-ISO 14064.

La metodología “UNE-ISO 14064” prácticamente se encuentra dividida en 3 partes, la primera nos explica las especificaciones y directrices para la cuantificación y el reporte de emisiones de gases de efecto invernadero “GEI” de una organización cabe resaltar que esta sección establece los requisitos para cuantificar y reportar las emisiones de “GEI”, incluyendo un enfoque paso a paso para la elaboración de inventarios de emisiones. La segunda parte habla sobre los proyectos para la reducción de emisiones, enfocado principalmente en los proyectos específicos que reducen las emisiones de “GEI”, proporcionando pautas para su desarrollo, implementación, monitoreo y reporte. Y para finalizar, la tercera parte cuenta con la verificación y validación independiente de los requisitos para el análisis de los inventarios de “GEI” y así ayudar en la reducción de las emisiones. *(Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2012).*

Lo que se propone es realizar la estimación de la huella de carbono empresarial ya no por la metodología GHG Protocol si no ahora con la metodología UNE-ISO 14064 para también conocer cuál de las dos es más exacta o funciona mejor en las empresas de Colombia.

7.2. PROPUESTA 2: COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR MEDIO DE PROYECTOS DE REFORESTACIÓN MEDIANTE EL PROTOCOLO DE ICONTEC.

El Protocolo ICONTEC, también conocido como normas ICONTEC, es un conjunto de estándares de calidad y buenas prácticas aplicables a diversos ámbitos, incluyendo la gestión empresarial, la calidad de productos y servicios, y la normalización de procesos. Aplicarlo en empresas de Bogotá, o en cualquier otra parte, implica seguir una serie de pasos: *(ICONTEC, s.f.).*

i. Conocimiento de las normas: Lo primero es familiarizarse con las normas ICONTEC pertinentes a tu sector empresarial. Estas pueden variar dependiendo del tipo de empresa y sus actividades. *(ICONTEC, s.f.).*
ii. Implementación interna: Una vez identificadas las normas aplicables, se debe diseñar e implementar un sistema interno que cumpla con dichas normas. Esto puede implicar ajustes en procesos, políticas internas y procedimientos operativos. *(ICONTEC, s.f.).*
iii. Capacitación del personal: Es fundamental que todo el personal esté capacitado en relación con las normas ICONTEC que aplican a su área de trabajo. Esto garantiza que todos estén alineados con los estándares de calidad y procedimientos establecidos. *(ICONTEC, s.f.).*
iv. Auditorías internas: Realizar auditorías internas periódicas para verificar el cumplimiento de las normas ICONTEC y detectar posibles áreas de mejora. *(ICONTEC, s.f.).*
v. Certificación: Si se desea obtener una certificación oficial de cumplimiento de las normas ICONTEC, se puede solicitar una auditoría externa a una entidad certificadora autorizada por el ICONTEC. *(ICONTEC, s.f.).*
vi. Mantenimiento y mejora continua: Una vez certificados, es importante mantener los estándares de calidad y buscar constantemente formas de mejorar los procesos y procedimientos para adaptarse a los cambios en el entorno empresarial y las exigencias del mercado. *(ICONTEC, s.f.).*

Teniendo en cuenta lo anterior, ya existen diferentes empresas de Bogotá que han realizado proyectos de reforestación por medio de este protocolo lo que nos lleva a la pregunta problema. ¿Cuántas emisiones de GEI se están disminuyendo por causa de los proyectos de reforestación y como se pueden llegar a incluir a más empresas no solo ubicadas en Bogotá si no también en los municipios aledaños.

8. CONCLUSIONES.

- EL GHG Protocol resulta ser muy viable para el cálculo de huella de carbono empresarial ya que proporciona una guía en la cual se busca globalizar la medición y reporte de valores de huella de carbono. Además, reúne todas las principales actividades de consumo y propone valores de factor de emisión, lo cual es bastante ´útil para algunos procesos en específico.

- Al lograr el alcance número uno y el alcance número dos de la medición de la huella de carbono empresarial para la empresa Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias W.C. S.A.S mediante la metodología del GHG Protocol, se puede concluir que, debido a la ausencia de algunos datos, los valores se toman de manera general y, por lo tanto, los valores de consumo pueden verse afectados con respecto a la realidad.

  Por otra parte, solo se tuvo en cuenta para el alcance número tres, la disposición de RESPEL que se genera. Las otras emisiones indirectas de este alcance como, por ejemplo: Viajes corporativos, medio de transporte por el cual se traslada cada trabajar de la empresa y el consumo que se genera en cada construcción a los que se les distribuye y brinda el material, no se tuvieron en cuenta ya que este alcance es opcional como está descrito en la metodología

- Se estima que la empresa instalaciones hidráulicas y sanitarias W.C. tenga una huella de carbono de 16.4 TonCO_2e/mes, teniendo en cuenta los tiempos de uso de los equipos en diferentes jornadas y épocas del año. Además, estos valores se establecen teniendo en cuenta el peor escenario, que en este caso es el de mayor consumo de energía, gas, Diésel y generación de RESPEL. Esto se debe tener en cuenta debido a que los valores son elevados y esto puede influir en ello.
- La diferencia entre el consumo de ellos y nuestra medición radica en el tipo de datos utilizados, los valores suministrados por la empresa son de confiabilidad alta ya que son los emitidos en cada recibo de servicio público y, por lo tanto, son bastante precisos. No obstante, se decide realizar la estimación con valores primarios debido a que resultaba necesario identificar y analizar cada proceso, equipo y/o trabajador para así mismo, tener conocimiento de cada actividad a la que resulte necesario un cambio y de igual forma establecer las propuestas de mejora o mitigación.

- Se puede concluir que la respectiva medición de la huella de carbono realizada por los autores es la sumatoria de la estimación de la cantidad de energía usada en los equipos, la estimación de la energía de las luminarias y la estimación de la energía de los diferentes equipos electrónicos. Por ende, se tienen en cuenta valores que significan el peor escenario que, en este caso, representa el mayor consumo posible dentro de las observaciones analizadas en las visitas.

- La empresa Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias W.C.S.A.S. cuenta con una huella de carbono que claramente permite realizar un trabajo para la reducción y/o compensación de la misma. Es por ello por lo que se proponen distintas estrategias que reducirían de manera directa el impacto de los procesos de la empresa en la Bodega CEDI Madrid.
  Se presentaron varias opciones, pero la que puede llegar a ser más óptima en la reducción de CO_2 es la compensación mediante una siembra de árboles como se presentó anteriormente. Para lograr esto hay que considerar la estructura ecológica principal del municipio, ya que de allí se debe seleccionar el tipo, la cantidad y la zona en la que dicha siembra no perjudique el funcionamiento de los ecosistemas presentes.

9. FUENTES DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA.

- Libros

- Revistas

- Cibergrafía
  - Alcaldía municipal de Madrid. (2021). Reforestación en el municipio. https://www.madrid-cundinamarca.gov.co/ambiente/reforestaciones-en-el-municipio
  - Alicia Frohmann & Ximena Olmos. (2013). *Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático.* Recuperado 27 de mayo de 2023, de https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/4101/S2013998rev1.pdf

- Aristizabal Alzate Carlos, González Manosalva José & Gutiérrez Cano Juan. (2020). Análisis del ciclo de vida y cálculo de la huella de Carbono para un proceso de reciclaje de botellas PET en Medellín (ANT). https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7816280
- Área M. del Valle de Aburrá. (2019). Emisiones de Gases Efecto Invernadero causadas directa e indirectamente en las actividades de una empresa. https://www.metropol.gov.co/ambiental/Paginas/consumo-sostenible/Huella-de-Carbono.aspx
- Benavides B. Henry O. & León A. Gloria E. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf
- Corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR). (2013). GUÍA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA A NIVEL SECTORIAL. https://www.car.gov.co/uploads/files/5ade1b0319769.pdf
- DANE. (2019). Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales de emisiones al aire (CAEFM-EA). https://www.dane.gov.co/files/operaciones/CAEFM-EA/bol-CAEFM-EA-2021p.pdf
- Espíndola César & Valderrama José. (2016). AbaniCO2: Un Método Simple y Efectivo para la Toma de Decisiones sobre la Adopción de la Huella del Carbono en la Gestión Sustentable de Emisiones en las Empresas. https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v27n3/art05.pdf
- El espectador. (2022). En Colombia, emisiones asociadas a cambio climático crecieron 17% entre 2014 y 2018. https://www.elespectador.com/ambiente/en-colombia-emisiones-asociadas-a-cambio-climatico-crecieron-17-entre-2014-y-2018-noticias-hoy/
- EPA. (1999). United States. Environmental Protection Agency. Handbook for criteria pollutant inventory development: A beginner's guide for point and area sources. United States: Office of Air Quality Planning and Standards. https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P1000MVP.TXT
- Environmental Protection Agency (EPA). (2023). Understanding Global Warming Potentials.https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials
- GHG protocol. (2005). Estándar corporativo de contabilidad y reporte. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf
- GHG protocol. (2017). Emission factor from cross sector tools march 2017. https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance
- Grainger. (S.f). Maquina roscadora de tubos RIDGID 535. https://www.grainger.com/product/3RY43?cm_mmc=PPC:Google-_-GlobalExport-_-CO-_-Acquisition-_-2020010&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwh4-wBhB3EiwAeJsppGxSaFaBZ6FwByukyWXJuhur4EnGmw9YbN3kJU0LTZUEpDXmooPCixoCjbkQAvD_BwE
- Hermosilla Alcaraz Arantzazu. (2014). Huella de Carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena: En Busca de la Ecoeficiencia. https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5043/tfm384.pdf?sequence=1
- Hypertherm. (2022). Powermax 125. https://www.codinter.com/files/SB_860443_R5_PMX125_CSA.pdf

- ICONTEC. (s.f.). Protocolo de sello de sostenibilidad. https://www.icontec.org/wp-content/uploads/2022/11/DOC-Protocolo-Sello-Sostenibilidad-2022-1.pdf.
- Instituto de hidrología, meteorología, y estudios ambientales. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. http://ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf
- MecatrónicaLATAM. (2021). Ley de Watt. https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/teoria/ley-de-watt/
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. (2023). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización.* Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. (s.f.). Gas Natural y Medio Ambiente. https://www.miteco.gob.es/es/energia/hidrocarburos-nuevos-combustibles/gas/gas.html#:~:text=El%20gas%20natural%20como%20cualquier,de%20las%20del%20fuel%2Doil.
- Nordson. (2024). Automatic Powder Coating Booths. https://www.nordson.com/en/products/industrial-coating-systems-products/automatic-powder-coating-booths
- Pantano E. María C. (2020). Determinación de la huella de carbono del Banco de Alimentos de Bogotá. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1899/
- Polipastos. (2024). Polipasto Eléctricos de Cable. https://polipastos.expert/products/polipastos-electricos-de-cable-10t
- Quezada Rafael, Hsieh Tailin & Valderrama José. (2013). Determinación de la Huella del Carbono mediante el Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3) para una Empresa Vitivinícola en Chile. https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v24n4/art02.pdf
- Servicio de Aprendizaje Nacional (SENA). (s.f.). LEYES BÁSICAS EN EL ANÁLISIS DE CIRCUITOS. https://iepgtic.files.wordpress.com/2015/05/03-ley-de-ohm.pdf
- Secretaria de medio ambiente y recursos naturales. (s.f.). Protocolo de gases de efecto invernadero. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf
- Sociedad pública de Gestión Ambiental. (2012). Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones. https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/uneiso14064/es_def/adjuntos/PUB-2012-019-f-C-001.pdf.
- The Weather Company. (2024). Madrid, Cundinamarca, Colombia. Índice calidad del aire. https://weather.com/es-US/tiempo/hoy/l/a0d11e5eb40cf0e0eb2d7873f826aa967fb0196ff5c941fb298eb95d57d58b0c.
- Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2022). Factores de Emisión del Sistema Interconectado Nacional (SIN) en Colombia para el 2022.

https://www1.upme.gov.co/siame/Documents/Calculo-FE-del-SIN/Documento_calculo_Cartilla_Factor_de_emision_2022v2.pdf

- Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2016). Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC-2016). http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html
- Uyustools. (2022). Catalogo 2021-2022. https://www.uyustools.cl/wp-content/uploads/2021/04/catalogo-2021-2022-uyustools-small.pdf
- Wcinstalaciones. (2024). Instalaciones hidráulicas y sanitarias W.C.S.A.S. https://wcinstalaciones.com/.

10. ANEXOS

ANEXO A: CRONOGRAMA DEL PROYECTO.

PROTOCOLO MODALIDADES DE GRADO (JUNIO 2023)

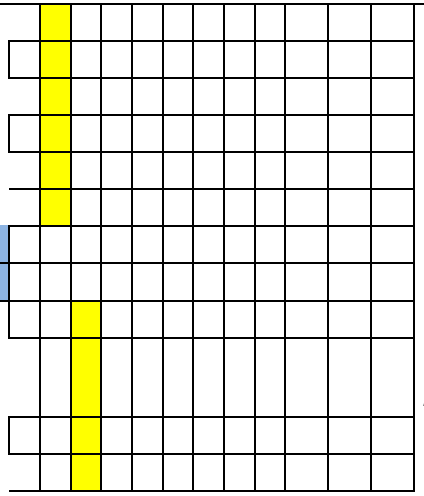
FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES MODALIDAD DE GRADO FACULTAD DE INGENIERÍA

Ítem	TIEMPO / ACTIVIDAD	Año 1 Meses												RESPONSABLE
	Fase 1	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	
1	Visita a la bodega													Autores y gestor externo
2	Identificar los procesos que representen emisiones de GEI.													
3	Establecer los límites operacionales y organizacionales.													Autores.
4	Definir los valores de consumo requeridos para la estimación													
	Fase 2:													
5	Solicitar datos de consumo a la compañía													Autores y gestor externo
6	Definir los fatores de emisión.													Autores.

7	Hacer el cálculo de la huella de carbono	
8	Obtener resultados y analizarlos	
	Fase 3:	
9	Estructurar las conclusiones del desarrollo del proyecto	
10	Proponer medidas o acciones que contribuyan a la reducción de emisiones	



Autores.

ANEXO B: DECLARACIÓN ÉTICA

DECLARACIÓN DE ASPECTOS ÉTICOS Y DE PROPIEDAD INTELECTUAL

El presente formato se establece con el fin de garantizar el desarrollo de la modalidad de grado acorde con la normatividad legal vigente, para el cuidado y bienestar de los sujetos y poblaciones objeto de estudio, los compromisos de los estudiantes en términos de propiedad intelectual.

B.1. Riesgos del proyecto.

Marque en la casilla "*Tipo de riesgo*" el que aplique según el desarrollo metodológico propuesto en el proyecto de acuerdo con la normatividad legal vigente para cada caso:

Alcance del proyecto	Tipo de riesgo	Describa el riesgo
Humanos* (Resolución 8430 de 1993, del Ministerio de Salud- Art.11)	No Aplica: ☒ Sin Riesgo: ☐ Riesgo Mínimo: ☐ Riesgo Mayor al Mínimo: ☐	NA

Humanos- Población subordinada o vulnerable * (Resolución 8430 de 1993, del Ministerio de Salud - Art.45 y 46)	No Aplica: ☒ Sin Riesgo: ☐ Riesgo Mínimo: ☐ Riesgo Mayor al Mínimo: ☐	NA	
Animales ▪ Resolución 8430 de 1993, del Ministerio de Salud-Título V ▪ Ley 84 de 1989-Estatuto Nacional de Protección de animales ▪ Ley 1774 de 2016- Modificación al código civil de la Ley 84 de 1989 ▪ Principio de las tres "erres" (Reducción, Reemplazo y Refinamiento)- Asociación Europea de investigación Animal ▪ Normatividad vigente Bienestar animal -5 libertades	No Aplica: ☒ Sin Riesgo: ☐ Riesgo Mínimo: ☐ Riesgo Mayor al Mínimo: ☐	NA	
Ambiente y biodiversidad ▪ Decreto 309 de 2000 Ministerio de Ambiente ▪ Decreto 1375 y 1376 del Ministerio de Medio Ambiente ▪ Resolución 1348 de 2014 del Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	No Aplica: ☒ Sin Riesgo: ☐ Riesgo Mínimo: ☐ Riesgo Mayor al Mínimo: ☐		

Alcance del proyecto	Tipo de riesgo	Describa el riesgo
Organismos Genéticamente Modificados -OMG ▪ Resolución 8430 de 1993, del Ministerio de Salud- Capítulo II ▪ Resolución 2935 de 2001_ICA ▪ Resolución 946 de 2006_ICA	No Aplica: ☒ Sin Riesgo: ☐ Riesgo Mínimo: ☐ Riesgo Mayor al Mínimo: ☐	

*Y demás capítulos de la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud.

B.2. Medidas de manejo del riesgo:

Marque en la casilla "*Alcance*" todas las posibilidades que usted identificó en el numeral anterior y describa los procedimientos/estrategias a implementar para el manejo de cada uno de los riesgos:

Alcance del proyecto **	Actividades que implican riesgo	Medidas de control
Humano: ☐ Humano Población Subordinada: ☐ Animal: ☐ Ambiente: ☐ OMG: ☐	NA	NA
	NA	NA
	NA	NA
	NA	NA

B.3. Consentimiento y/o asentimiento informado:

El consentimiento y/o asentimiento informado se requerirá cuando un proyecto de investigación involucre pacientes, sujetos sanos, personal vulnerable y/o subordinado y uso de animales, mediante el cual se garantice las medidas de atención para minimizar los riesgos, la participación voluntaria, la socialización de la finalidad de la investigación, la protección de los datos e identidad de estos y demás derechos de los sujetos participantes y/o poblaciones sujetas en la modalidad. Por favor anexar el consentimiento y/o asentimiento informado según aplique y siguiendo los lineamientos de elaboración de estos instrumentos (Resolución 8430 de 1993, del Ministerio de Salud Art.15).

B.4. Conflicto de intereses:

Relacione todas las entidades y/o personas naturales, de carácter privado o público, nacionales o internacionales que intervienen en el desarrollo del proyecto con los cuales eventualmente pueda presentarse conflicto de intereses y establezca el tipo de participación dentro del proyecto y las medidas para manejar el conflicto.

Entidad o persona natural con posible conflicto de interés	Tipo de participación	Medidas de manejo o prevención:
NA	NA	NA

Si no existen conflictos de intereses marque aquí: ☒

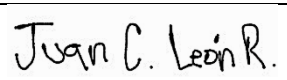
B.5. Propiedad intelectual:

Por la presente declaración, todos los estudiantes adscritos a la modalidad que se presenta y en acuerdo previo de colaboración, convenimos respetar los derechos morales y la propiedad intelectual de todos los participantes que hayan contribuido en la formulación, desarrollo y consolidación de la modalidad de grado y los resultados derivados del mismo. También se declara que la obra es original, inédita y respeta la autoría de otras obras que hayan servido como referente en el marco de los temas aquí tratados.

Conocemos, comprendemos y aceptamos el reglamento de propiedad intelectual vigente de la Universidad de La Salle y para todos los efectos, se darán los créditos correspondientes a la Universidad de La Salle y a los participantes e instituciones aliadas en el marco de dicha reglamentación.

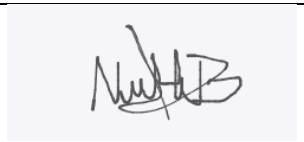
La finalidad del anterior acuerdo es proteger los derechos morales sobre la producción intelectual y evitar futuros desacuerdos durante el sometimiento, publicación y/o transferencia de los productos derivados del proyecto. En caso, que haya una modificación sustancial en las actividades y compromisos de los estudiantes se presentará el caso ante el Comité de Trabajos de Grado de cada programa para dirimir las diferencias, previa recepción argumentada de la situación y siguiendo el procedimiento institucional vigente para ello.

Se firma en la ciudad de Bogotá, a los 15 días del mes de septiembre del año 2023



_____

Firma
Primer autor
Nombre(s): Juan Camilo
Apellidos: Leon Rodriguez
Cédula: 1001285414



_____

Firma
Segundo autor
Nombre(s): Nicolas Eduardo
Apellidos: Herrera Betancur
Cédula: 1000724855

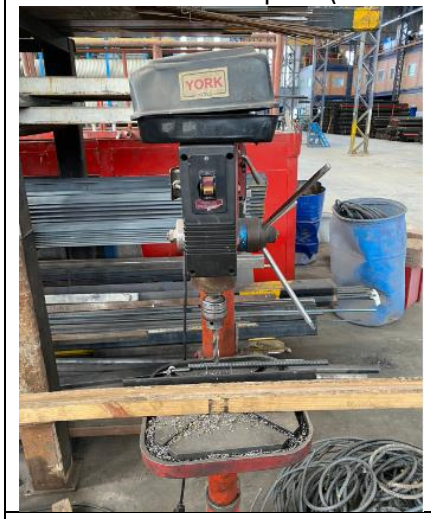
ANEXO C. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LAS ROSCADORAS.

Trabajador número 1. 7:30am-9:30am	
Trabajador número 2. 7:30am-9:30am	
Trabajador número 3. 7:30am-9:30am	

Trabajador número 4. 7:30am-9:30am		
Trabajador número 5. 7:30am-9:30am		

Fuente: Autores.

ANEXO D. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LA MÁQUINA DE SOLDADURA Y LA MÁQUINA DE CORTE.

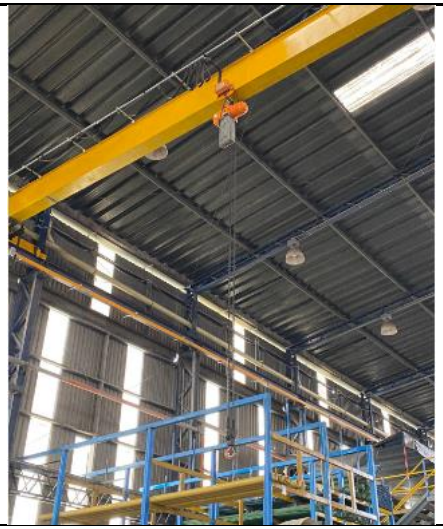
Referencia de la máquina (Taladro de árbol). 	Zona de taladros de árbol.
Pulidora.	Referencia máquina de corte.

Fuente: Autores.

ANEXO E. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LA PLANTA DEL SEGUNDO PISO.

Filtros de manga.	Referencia y manejo de los filtros.

Cabina de pintura. 	Perforadora. 	
Sistema de corte por plasma y ranurado de metal.	Puente grúa 5Ton.	



Fuente: Autores.