

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA CORPORATIVA EN LA EMPRESA
FLORÍCOLA FALCON FARMS DEL ECUADOR DEL AÑO 2019.”**

Realizado por:
NICOLAS DAVID DÍAZ DONOSO

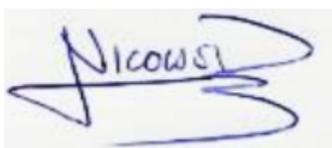
Director del proyecto:
Dr. Jesús López Villada

Como requisito para la obtención del título de:
MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Quito, 21 de marzo de 2021

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, NICOLAS DAVID DIAZ DONOSO, con cédula de identidad # 171463691-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'NICOLAS', with a stylized flourish below it.

1714636915

FIRMA Y CÉDULA

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA CORPORATIVA EN LA EMPRESA
FLORÍCOLA FALCON FARMS DEL ECUADOR DEL AÑO 2019.”**

Realizado por:

NICOLAS DAVID DIAZ DONOSO

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

JESÚS LÓPEZ VILLADA

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'JLV', is centered on the page.

FIRMA

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

KATTY CORAL

JOSE GABRIEL SALAZAR LOOR

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador



FIRMA



FIRMA

Quito, 30 de MARZO de 2021

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud, su bendición y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis 2 angelitos, por ser mi principal motivación y fuente de inspiración para superarme cada día.

A mis padres, Yadira y Carlos, por demostrarme siempre su cariño y ser los principales promotores de mis sueños junto a mis hermanas.

A mi esposa e hijo, Christyna y Joaquín por estar a mi lado en cualquier situación y demostrar siempre el amor incondicional de una familia.

AGRADECIMIENTO

A la Empresa Falconfarms de Ecuador en específico a la Gerencia de Finca “María Bonita”, por permitirme desarrollar este trabajo en sus instalaciones.

A la Universidad Internacional SEK que con cada uno de profesores que dictaron clases en la Maestría de Gestión Ambiental, permitieron compartir sus experiencias y conocimientos a cada uno de los alumnos

**“CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA CORPORATIVA EN LA EMPRESA
FLORÍCOLA FALCON FARMS DEL ECUADOR DEL AÑO 2019.”**

**“CALCULATION OF THE CORPORATE ECOLOGICAL FOOTPRINT IN THE
FLOWER COMPANY FALCON FARMS OF ECUADOR OF THE YEAR 2019”**

AUTOR: Nicolas David Díaz Donoso

INDICE

0. RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1. Área de estudio.....	6
2.2. Ubicación.....	7
2.3. Mapa.....	7
2.4. Elaboración de la Línea Base.....	7
3. METODOLOGIA	9
3.1. Descripción.....	9
3.1.1. Categoría Energía.....	10
3.1.1.1. Eléctrica.....	10
3.1.1.2. Combustibles.....	11
3.1.1.3. Materiales.....	11
3.1.1.4. Residuos y Vertidos.....	12
3.1.2. Uso del Suelo.....	13
3.1.3. Recursos Agropecuarios.....	14
3.1.4. Recurso Agua.....	14
3.2. Oportunidades de Mejora.....	14
4. RESULTADOS	15
4.1. Línea Base.....	15
4.1.1. Breve descripción del cantón Cayambe.....	15
4.1.2. Medio Ambiente.....	16
4.1.2.1. Clima.....	16
4.1.2.2. Temperatura.....	17
4.1.2.3. Viento.....	18
4.1.2.4. Suelo – Geología.....	19
4.1.2.5. Uso del Suelo.....	19
4.1.2.6. Amenazas Naturales.....	19

4.1.2.7. Agua, principales cuerpos de agua.....	20
4.1.2.8. Aire.....	20
4.1.3. Medio Biotico.....	20
4.1.3.1. Flora.....	20
4.1.3.2. Fauna.....	21
4.1.4. Aspectos Socio Económicos y Cultural.....	22
4.1.4.1.Nivel de Vida.....	22
4.1.4.2. Salud.....	23
4.1.4.3. Servicios Básicos Disponibles.....	23
4.1.4.4. Población Económicamente Activa y las principales actividades productivas.....	24
4.1.4.5. Educación.....	25
4.2. Calculo de la huella ecológica mediante el método de las cuentas contables.....	26
4.3. Oportunidades de mejora de acuerdo a los resultados obtenidos de la huella ecológica.....	27
4.3.1. Subcategoría Electricidad – Oportunidades de mejora.....	28
4.3.2. Subcategoría Residuos – Oportunidades de mejora.....	35
4.3.3. Subcategoría Combustibles – Oportunidades de mejora.....	36
5. DISCUSIÓN.....	38
6. CONCLUSIONES.....	40
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Unidad de Producción María Bonita	7
Figura 2 Mapa de precipitación del cantón Cayambe	16
Figura 3 Mapa de temperatura atmosférica del cantón Cayambe	17
Figura 4 Mapa de Amenazas Naturales: Deslizamientos del cantón Cayambe	19
Figura 5 Mapa del reservorio de la Unidad de Producción María Bonita	20
Figura 6 Mapa de cantones de Cayambe	22
Figura 7 Nivel de instrucción por zona en la población de la parroquia Cangahua.....	25
Figura 8 Subcategorías del producto Energía	27
Figura 9 Ubicación de la finca en el Global Solar Atlas	28
Figura 10 GSA, Resultados de la ubicación y detalle del sistema	29
Figura 11 Ubicación Geográfica dentro del sistema SAM.....	30
Figura 12 Elección del modulo	30
Figura 13 Elección del inversor y sus características.....	31
Figura 14 Elección de datos para el diseño del sistema	31
Figura 15 Mapa de la ubicación de las Post cosecha.....	32
<i>Figura 16 Referencia de la ubicación de los paneles fotovoltaicos.....</i>	<i>32</i>
Figura 17 Resultados obtenidos del SAM	33
Figura 18 Reducción de consumo eléctrico aplicando las oportunidades de mejora.....	33
Figura 19 Reducción de consumo residuos aplicando las oportunidades de mejora	35
Figura 20 Reducción de consumo combustible aplicando las oportunidades de mejora	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes considerados en la elaboración de la Línea Base de la Unidad de Producción María.....	8
Tabla 2. Huella Ecológica, categoría electricidad.....	10
Tabla 3. Registros de velocidad media de la estación Tomalón – Tabacundo.....	18
Tabla 4. Porcentaje de población con vivienda.....	24
Tabla 5. Servicios Básicos en la parroquia Cangahua.....	26
Tabla 6. Relación actividades productivas urbano y rural.....	26
Tabla 7. Estructura económica de la población de Cangahua por genero.....	27
Tabla 8. Huella Ecológica 2019.....	28
Tabla 9. Huella Ecológica 2019 vs Oportunidades de mejora.....	37

RESUMEN

La Huella Ecológica (HE) se ha convertido con el pasar del tiempo en uno de los indicadores más competentes para calcular el impacto ambiental de una determinada área, y se ha ido difundiendo hacia las empresas u organizaciones con los distintos métodos adoptadas en cada país y/o por especificaciones de un determinado sector productivo, donde se plantea obtener los datos de todos los consumos de materiales, energía, y servicios de un determinado lapso de tiempo para su medición cuantitativa. A este proceso se lo denomina como la Huella Ecológica (HE) corporativa o Huella de las empresas. En este proyecto como primer punto se describe una línea base, explicando y analizando la situación ambiental actual del campo de estudio. En este proyecto será una empresa floricultora perteneciente al grupo Falcon Farms de Ecuador, ubicada a 10 km de la ciudad de Cayambe. Como segundo punto es el desarrollo de la metodología de la HE, que se seleccionó mediante el análisis del sector, dando un resultado positivo al método compuesto de las cuentas contables (MC3). Donde se ha desarrollado en diferentes sectores económicos como en puertos marítimos, empresas pesqueras, proporcionando una mejora en el desempeño ambiental de la organización. Dicho método puede generar resultados tanto en hectáreas como en emisiones de CO₂, permitiendo convertir todos los impactos de la organización en una sola unidad de medida para su evaluación e interpretación de los resultados. Y por último punto se establecen oportunidades de mejora para la reducción de los valores en relación a las categorías que aportan mayor porcentaje al total de la huella ecológica dando como resultados teóricos lo siguiente: electricidad con 0 hag, residuos con 20.50 hag y combustibles con 8.00, quedando a libre elección de la organización su aplicación e implementación.

PALABRAS CLAVE: Huella Ecológica corporativa, consumos, línea base, método compuesto de las cuentas contables, hectáreas, oportunidades de mejora.

ABSTRACT

The Ecological Footprint (EF) has become over time one of the most promising indicators to measure the environmental impact of a given territory, and has been spreading to companies or organizations with different methods adopted in each country and/or by specifications of a particular productive sector, where it is proposed to obtain data on all energy consumption, materials and services of a certain period of time for quantitative measurement. This process is called the corporate Ecological Footprint (EF) or Footprint of the companies. In this project, as a first point, a baseline is described, explaining and analyzing the current environmental situation of the field of study. In this project it will be a flower company belonging to the Falcon Farms group of Ecuador, located 10 km from the city of Cayambe. As a second point is the development of the HE methodology, which was selected through the analysis of the sector, giving a positive result to the composite method of accounting accounts (MC3). Where it has been developed in different economic sectors such as seaports, fishing companies, providing an improvement in the environmental performance of the organization. This method can generate results both in hectares and CO₂ emissions, allowing to convert all the impacts of the organization in a single unit of measurement for evaluation and interpretation of the results. And finally, improvement opportunities are established for the reduction of values in relation to the categories that contribute the highest percentage to the total ecological footprint, giving the following theoretical results: electricity with 0 gha, waste with 20.50 gha and fuels with 8.00 gha, leaving the organization free to choose its application and implementation.

KEY WORDS: Corporate Ecological Footprint, consumption, baseline, compound method of accounting accounts, hectares, improvement opportunities.

1. INTRODUCCIÓN

En nuestros días estamos viviendo un mundo en donde la población crece a un ritmo acelerado y con ello también la presión ejercida sobre el medio ambiente. Teniendo más y más consumos considerables de energía, combustibles, materiales, recursos hídricos, forestales, entre otros. Con el objetivo de saciar las necesidades del ser humano y sus procesos de producción, almacenamiento, transporte, uso y disposición final. Estos consumos son en cierto modo de forma irracional por parte de la población y sector productivo, lo que está generando la reducción de los ecosistemas acuáticos y terrestres, preocupando la velocidad con la que se consume dichos recursos naturales sin dejar que se puedan regenerar (Andrade, 2012).

Con el objetivo de cuantificar este consumo se han creado y utilizado varios indicadores de sustentabilidad dentro de las organizaciones, que se han convertido en la base de procesos con directrices ambientales, buenas prácticas ambientales (BPA), sistemas de gestión, etc. (Viviana Yépez, agosto 2016). Uno de estos indicadores es la huella ecológica (HE) desarrollado por Mathis Wackernagel y William Rees, este método vio la luz en el año 1996 convirtiéndose en uno de los indicadores más prometedores y prácticos para evaluar el impacto ambiental de una determinada área con un simple número de muy fácil entendimiento y de gran validez: el número de hectáreas que necesita un territorio para compensar todos sus consumos y para absorber todos sus desechos (Domenech, 2008).

A partir del año 2000 se comenzó a adaptar este indicador en las empresas y organizaciones que dispusieran de cuentas contables, a partir de las que se puede obtener los consumos de materiales, servicios y energía; lo que daría como resultado la huella ecológica corporativa ofreciendo así a sus usuarios determinar y medir su nivel de sostenibilidad generando oportunidades de mejora en materia de eco eficiencia y guías para planes de ahorro dentro de

la organización natural (Domenech, 2008). Así mismo con el pasar del tiempo y a la vez que surgía el método, han ido apareciendo otros cálculos para determinar la huella ecológica enfocada a las organizaciones, para citar un ejemplo, la aproximación de los componentes o el análisis input-output. La “huella ecológica corporativa” pasó a ser, por tanto, una denominación general y se pasó a denominar al método, como método compuesto de las cuentas contables (conocida como MC3), “compuesto” porque tiene bases de la metodología principal de Wackernagel y Rees, y “de las cuentas contables”, ya que casi toda la información se obtiene de las cuentas de la organización. Este es uno de los aspectos que mejor describe a dicho método y que lo diferencia de las demás metodologías. Dicha característica, que es el soporte de las cuentas contables, tomando como fuente principal de información; es la que le otorga al método un grado superior de objetividad (Domenech, 2008).

Hoy en día la Huella ecológica corporativa en el país está en pleno auge con la creciente corriente mundial de analizar, estudiar y minimizar más detalladamente el impacto ambiental generado por las organizaciones o instituciones. Sin embargo, dicho término en el Ecuador es recientemente conocido por los distintos sectores productivos. No es hasta el año 2011 donde el Ministerio del Ambiente da un primer gran paso mediante el Proyecto de Inversión “Identificación, Cálculo y Mitigación de la Huella Ecológica del Sector Público y Productivo del Ecuador”, bajo la responsabilidad de la Secretaría de Planificación y Desarrollo (Huella ecológica del Ecuador, 2008 – 2011). Por ello sin un sustento legal ni bases o directrices por parte de los entes reguladores en el país no se ha ido desarrollando con un avance significativo por la inexistencia de un control permitiendo poco a poco la degradación del medio ambiente (Huella ecológica del Ecuador, 2008 – 2011).

Adentrándonos en el sector florícola del país, estas emiten miles de millones de toneladas de gases de efecto invernadero cada año. Dentro de sus procesos está el consumo constante de energía, materiales, combustibles, recursos bióticos. Las grandes empresas floricultores están

guiadas por importantes certificaciones internacionales y nacionales como es Rainforest Alliance y Flor Ecuador respectivamente. Con ello se ha tratado de que el tema socio ambiental este regulado de cierta forma, pero dichos requerimientos se los maneja de forma muy general y la mayoría de las veces solo por estricto cumplimiento de requisitos de las certificaciones. Por ello es importante la aplicación de diferentes métodos, con la finalidad de hacer frente a los retos ambientales futuros, como es el cambio climático; y así proponer técnicas de mejora continua en cada uno de sus procesos, con ello contribuyendo al desarrollo de un medio ambiente sustentable del sector.

A pesar de la existencia de políticas nacionales y certificaciones internacionales las empresas florícolas tienen un gran inconveniente al afrontar problemas ambientales en el desarrollo de sus actividades diarias, por lo que no se analiza a detalle los inconvenientes y las regulaciones o requerimientos legales son muy generales para el sector (Huella de carbono, Colombia 2016). Por ello este proyecto tiene el fin de calcular, analizar e identificar la HE generada por una florícola en el año 2019 bajo el método compuesto de las cuentas contables (MC3). Con el fin de causar menor impactos y generar una toma de conciencia sobre la importancia de producir más producto con menos recursos y causar menos impactos, se elaborará una línea base para establecer referencias cuantitativas y cualitativas entre los datos iniciales y los datos finales del estudio. Posteriormente se analizan las oportunidades de mejora para implementar y desarrollar en los procesos críticos y generar un sistema amigable con el medio ambiente acorde con los nuevos requerimientos y exigencias del mercado internacional, consumidores finales, partes interesadas, etc.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

La Unidad de Producción “María Bonita” de la empresa Falcon Farms de Ecuador cuenta con un total de 50 hectáreas, teniendo solo 26 hectáreas para la producción de rosas (52 bloques de invernaderos). El restante del área total se divide entre infraestructura (oficinas y poscosecha), áreas deportivas, reservorios, áreas adoquinadas, caminos, área de compostaje, áreas sin uso y otros.

Se tiene un promedio de 350 personas trabajando (En temporadas de Valentín y día de Madres aumenta el número de personal para cubrir la alta demanda en esas temporadas). El número de personal administrativo es de 25 y el personal operativo es 325 siendo variable por la rotación laboral.

La organización de la Unidad de Producción está definida por las siguientes áreas que están involucradas en el estudio:

- Gerencia General
- Poscosecha
- Producción (Manejo Integrado de plagas y Enfermedades, Manejo Integrado de Riego y Fertilización, Cultivo, Estadística)
- Almacenamiento / Bodega
- Gestión Humana
- Mantenimiento

2.2. Ubicación

La Unidad de Producción “María Bonita” de la empresa Falcon Farms de Ecuador está ubicado en la comunidad Guachala, calle Guachala entrada a Cuniburo N° 14 – 00 – 156 Intersección Cuniburo. A 10 km antes de llegar a Cayambe.

2.3. Mapa

A continuación, se puede observar el mapa de ubicación de la Unidad de Producción “María Bonita” de la empresa Falcon Farms de Ecuador. Con las siguientes coordenadas geográficas: -0.010047, -78.153296

Figura 1 Mapa de Unidad de Producción María Bonita



Fuente: Google Maps

2.4. Elaboración de la Línea Base

Para el desarrollo de la Línea Base de la Unidad de Producción María Bonita se realizó estudios e investigaciones en el área de influencia del proyecto, determinando ciertos impactos que puedan generarse sobre los elementos del medio ambiente y que tengan relación al momento de la recolección de información in situ. Los componentes que se tomaron en consideración y fueron analizados dentro de la elaboración de la Línea Base se muestran a continuación:

Tabla 1. Componentes considerados en la elaboración de la Línea Base de la Unidad de Producción María Bonita

Introducción	Breve descripción del cantón Cayambe	
Medio Abiótico	Clima	
	Temperatura	
	Viento	
	Suelo	Geología
		Uso del Suelo
		Amenazas Naturales
	Agua	Principales cuerpos de agua
Medio Biótico	Aire	
	Flora	
	Fauna	Mamíferos
		Aves
Aspectos Socioeconómico y Cultural	Nivel de Vida	
	Salud	
	Servicios Básicos Disponibles	
	Población Económicamente Activa y las principales actividades productivas	
	Educación	

Elaborado por: El autor

Los parámetros antes mencionados se obtuvieron principalmente de 3 fuentes que fueron estudiadas, analizadas y tienen relación directa con el estudio, estas son el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cayambe 2015-2025 (PDOT-Cayambe 2015), del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Cangahua 2014-2019 (Cangahua, 2019) y del Diagnóstico Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental de la Unidad de Producción María Bonita más las actualizaciones de información y datos realizadas por el autor.

3. METODOLOGIA

3.1. Descripción

En primer lugar, se mencionó, que al igual que ocurre con la huella en su versión tradicional, existe varias formas de poder calcular la huella de las organizaciones. Es más, si se parte de la metodología general, se puede calcular huellas de determinados consumos, sin la necesidad de realizar demasiados cambios; también existe la duda con respecto a qué conceptos se incluyen en el cálculo de la HE de las organizaciones. Por otro lado, los principales autores Wackernagel y Rees no han planteado una metodología específica para las organizaciones, por lo que no existe una huella estándar como en el caso de los países y territorios que lo aplican (Carballo, 2008).

El origen del Método de las Cuentas Contables se puede encontrar en el método realizado por Wackernagel basándose en la matriz de consumos y superficies que se presentan en las hojas de cálculo que fueron elaboradas para el cálculo de la huella tradicional. Doménech (2008) elabora una matriz que recoge los consumos de las principales categorías que una empresa precisa. En este caso tomaremos consumos de Energía con sus subcategorías de electricidad, combustibles materiales, residuos y vertidos. Otros consumos importantes es el uso del suelo, recursos agropecuarios y el recurso agua. Elaborando un listado de las categorías de consumos anteriormente descritas para su mayor entendimiento y procesamiento de la información, estos valores serán expresados tanto en hectáreas globales como en toneladas de CO₂ (Carballo, 2008).

Para este estudio hemos tomado los datos de consumos del año 2019 de la Unidad de Producción María Bonita donde se ha recolectado la información para su análisis. A continuación, se detallan cada una de las categorías y datos obtenidos de la empresa en las tablas correspondientes.

3.1.1. Categoría Energía

3.1.1.1. Eléctrica

El consumo de energía eléctrica, describe al impacto derivado por la generación y consumo energético utilizado con la finalidad de cumplir las necesidades mínimas de una organización. La energía eléctrica puede ser generada por fuentes no renovables, para citar un ejemplo, la quema de combustibles fósiles para generar energía; o por fuente renovables, como es el caso de la hidroeléctrica, solar y eólica. La quema de dichos combustibles fósiles crea emisiones de CO₂ y gases contaminantes a la atmósfera; por lo que si se aumenta el consumo eléctrico, aumentara de igual manera, la huella ecológica (Andrade, 2012).

“La huella asociada al consumo eléctrico varía dependiendo de las fuentes de energía que se utilicen, es por esto que se requiere conocer si son fuentes renovables o no renovables” (Domenech, 2006)

Para ejecutar el cálculo de la huella ecológica de la energía eléctrica, se lo realiza convirtiendo los MWh consumidos a GJ/año mediante la multiplicación del factor de conversión y luego dividiendo el mismo por la “productividad energética”, medida en GJ/ha/año. (Domenech, 2006).

Ecuación 1 Calculo huella ecológica, electricidad

$$\frac{\text{Consumo anual (Mwh)} * \text{Factor de conversión}}{\text{Productividad energetica}}$$

Tabla 2. Huella Ecológica, categoría electricidad

CATEGORIA ENERGÍA- ELECTRICA	Consumo Anual	Cantidad	(MWh)
		Dólares sin IVA	(dólares/año)
	Factor de conversión		(tCO ₂ /MWh)
	Cantidad CO ₂		(tCO ₂ /año)
	Factor de conversión		(Gj/MWh)

Energía	(Gj)
Productividad Energética	(Gj/ha/año)
Huella Ecológica Energía Eléctrica	(hag/año)

Elaborado por: El autor

3.1.1.2. Combustibles

Esta huella de combustibles se calcula en base a la producción y transformación de combustibles usados durante ciertos procesos. La quema de los combustibles fósiles genera dióxido de carbono, que es uno de los principales causantes del calentamiento global, como también los contaminantes SO₂, NO_x que son los que provocan la lluvia acida, los CO, COVs que contribuyen al desgaste de la capa de ozono y material particulados que son los causantes de enfermedades respiratorias.

Dentro del cálculo de la huella ecológica se toma en consideración al consumo de combustibles, debido a la emisión de gases de efecto invernadero, que son producto de dicha combustión.

El cálculo de la huella ecológica de los combustibles, se obtiene multiplicando la cantidad anual en m³ por su poder calorífico (40,8 Gj/t para derivados del petróleo y 41.8 Gj/t para el biodiesel) y la densidad, todo esto dividido para su productividad energética.

Ecuación 2 Calculo huella ecológica, combustibles

$$\frac{\text{Cantidad} * \text{Poder calorico neto} * \text{densidad}}{1000 * \text{Productivad Energetica}}$$

3.1.1.3. Materiales

Los materiales utilizados en la empresa y que fueron principalmente analizados son los fertilizantes inorgánicos utilizados en el proceso de riego y fertilización de la planta como son los Ácido nítrico, Borax, EDTA hierro 13 %, EDTA manganeso 13 %, EDTA zinc 15 %, Fosfato mono potásico 0 - 52 – 35, Molibdato de amonio 56%, Nitrato de potasio, Sulfato de magnesio, Sulfato de manganeso, Sulfato de potasio granulado, entre otros. También se tomó

en cuenta los materiales como insumos no textiles, que son los Equipos de Protección Personal dotados por la empresa y que son devueltos cuando cumplen su tiempo de vida útil para su posterior envío al gestor ambiental designado por la empresa.

El cálculo de la huella ecológica de los materiales, se lo realiza multiplicando la cantidad en Kg por el factor de emisión, teniendo este factor en KgCO₂/Kg y este valor dividiendo para mil, obteniendo la cantidad de CO₂ en toneladas. Este valor se divide por el factor de absorción del bosque en Tco₂/ha/año obteniendo el área de bosque en hectáreas. Se multiplica este valor con el factor de equivalencia en hag/ha obteniendo la huella de materiales para fertilizante inorgánicos.

Ecuación 3 Calculo huella ecológica materiales fertilizantes inorgánicos

$$\frac{(Cantidad * Factor emsi3n)/100}{Factor de absorci3n del bosque} * Factor de equivalencia$$

Para obtener la huella de materiales insumos no textiles se calcula multiplicando la cantidad en Toneladas por la intensidad energética (Gj/t), generando un valor que se dividirá para la productividad energética (Gj/ha/año).

Ecuaci3n 4 Calculo huella ecol3gica materiales no textiles

$$\frac{Cantidad * Intensidad Energetica}{Productividad energetica}$$

3.1.1.4. Residuos y Vertidos

Dentro de esta huella se analiz3 en conjunto los datos obtenidos desde la generaci3n, tratamiento, posterior la gesti3n y finalmente el desecho de los residuos tanto s3lidos urbanos como emisiones, derivados de las diferentes actividades que son parte de la organizaci3n. Se tom3 en consideraci3n a los desechos s3lidos para el c3lculo de la huella ecol3gica corporativa, ya que el inadecuado manejo de los mismos, sumado a una incorrecta disposici3n final, hace que se generen problemas graves de contaminaci3n (Andrade, 2012).

El cálculo de la huella de residuos se obtuvo mediante fórmulas determinadas para cada tipo de residuo, en base a estimaciones propias y a la metodología de Wackernagel. Por ejemplo, para una producción de desechos de papel, se divide la cantidad en Toneladas para la productividad natural (t/ha/año) dando el valor del área de bosque que se multiplicara con el factor de equivalencia del bosque (hag/ha) obteniendo la huella natural que se sumara a la huella energética obtenida desde la cantidad en Toneladas dividida para 1000 por la intensidad energética (Gj/t), este valor se divide para la productividad energética. Obteniendo los dos valores de las huellas se suman para determinar la huella ecológica (Domenech, 2008).

$$\left(\frac{Cantidad}{Productividad\ natural} * Factor\ equivalencia\ bosque \right) + \frac{\frac{Cantidad}{1000} * Intensidad\ energetica}{Productividad\ energetica}$$

3.1.2. Uso del Suelo

La huella por ocupación de suelo se lo realiza de forma directa, por otro lado, la huella de los recursos naturales se realiza en base a la productividad natural. La huella se divide en "tierra cultivable", "pastos", "bosque", " terreno construido", "agua continental" y "agua marina". Cada una de las huellas parciales mencionadas, se multiplica por un determinado factor de equivalencia, con el objetivo final de relacionar los diferentes tipos de superficies que pueden existir, lo que se resumen en la capacidad relativa para producir biomasa; así, un factor de 2,5 significa que esa categoría de tierra es 2,5 veces más productiva que la tierra bioproductiva a escala media mundial.

Se designa como "contra-huella" a las hectáreas de superficie productiva que se tiene realmente, eliminando la huella por uso de suelo, es decir, espacios que contrarrestan la cantidad de CO₂ emitida al ambiente; denominadas superficies aptas para la absorción de CO₂ (Domenech, 2008).

El cálculo de la contra-huella se consigue multiplicando el terreno disponible, por el factor de equivalencia y luego por el factor de rendimiento (tomado de Global FootPrint N actualizada), que es el factor de productividad local de nuestros terrenos con respecto a la productividad global (Domenech, 2008).

Ecuación 5 Calculo huella ecológica categoría suelos

*Superficie segun categoria * Factor de equivalencia para cada categoria*

3.1.3. Recursos Agropecuarios

Los Recursos Agropecuarios se obtienen de la vestimenta y manufactura de los insumos textiles utilizados en la organización, como ejemplos tomados de la propia empresa estos pueden ser: bayetilla roja, buzo térmico, chaqueta térmica, delantal peto carnaza largo, gorro de lana, guante Novatril normal, guantes MNA, mangas en carnaza, manguillas protectoras x-fuertes, mascarilla, medias impermeables térmicos, pantalón térmico y tapaboca tela Dacrón.

Esta huella se lo obtiene sacando las cantidades en t de los insumos textiles para posterior multiplicar con la intensidad energética (Gj/t) dando como resultado la energía en t, esto se lo divide con la productividad energética (Gj/ha/año) y se tiene como resultado final la huella ecológica total de este recurso.

Ecuación 6 Calculo huella ecologica categoria agropecuarios

$$\frac{\text{Cantidad} * \text{Intensidad energetica}}{\text{Productividad energetica}}$$

3.1.4. Recurso Agua

Hay que tomar en cuenta en primer lugar, que el consumo de agua va incluido dentro del área forestal, ya que se considera a los bosques como productores de este recurso (Andrade, 2012).

Por ello se analiza el consumo anual de agua en m³ multiplicando por la producción de agua dulce de Ecuador (m³/ha/año) dando este valor el área de bosque que sería el tipo de suelo que

más agua produce, por tal motivo se le añade al factor de equivalencia bosque. Como resultado final de la multiplicación de los anteriores valores nos da la huella ecológica del recurso agua en hag.

$$\frac{\text{Consumo}}{\text{Producción agua dulce Ecuador}} * \text{Factor de equivalencia}$$

3.2. Oportunidades de mejora

Una vez realizado todo el proceso de cálculo y obtenido los resultados de cada una de las categorías anteriormente descritas, podremos realizar un cuadro comparativo con la información recolectada de los diferentes años de las huellas ecológicas (2017, 2018, 2019) para su interpretación y generación de medidas u oportunidades de mejora para la empresa. Estos podrían ser de base fundamental en la gestión y control de consumos que están sobrepasando los niveles o valores dentro del rango de aceptables, como también para igualar o acercar al mínimo las hectáreas necesarias para satisfacer las necesidades de la empresa.

4. RESULTADOS

4.1. LINEA BASE

4.1.1. Breve descripción del cantón Cayambe

El cantón Cayambe es uno de los siete cantones que conforman la provincia de Pichincha, con su capital la ciudad de Cayambe, la misma que se encuentra ubicada a 75 Km., al nororiente de la ciudad de Quito, a los 2700 msnm de altitud y está atravesada por la Línea Ecuatorial, con una temperatura promedio anual de 12°C y una precipitación anual de 1201 mm. El cantón posee una población de 69800 personas y abarca ocho parroquias, de las cuales 3 son urbanas (Ayora, Cayambe y Juan Montalvo) y 5 son rurales (Ascázubi, Cangahua, Otón, Santa Rosa de Cusubamba y Olmedo). En Cangahua es donde está localizada la finca donde se realiza estudio.

La dinámica demográfica del cantón, hace notar el problema generado por la migración de los habitantes hacia distintas ciudades como es Quito, o bien hacia el exterior; y por la presencia de una población cambiante que acude a Cayambe para formar parte del personal para las florícolas del sector.

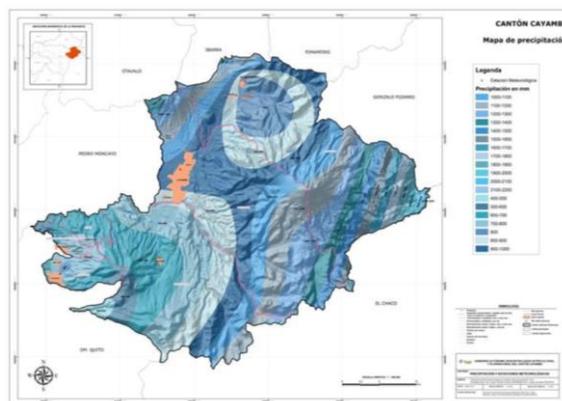
4.1.2. Medio Abiótico

4.1.2.1. Clima

La información referente al clima, fue tomada en base a los datos de la estación Tomalón – Tabacundo, la cual es la más cercana a la zona de estudio. Generalmente se tiene dos estaciones, una lluviosa y otra seca, que corresponden al invierno y verano respectivamente. Las precipitaciones promedio que se registran en la meteorológica del INAMHI, son de 70.8mm al mes. El rango que se encuentran las temperaturas promedio mensuales está entre 14,5 y 15,5°C. Las temperaturas mínimas medias fluctúan entre el intervalo de 5 a 7°C (PDOT-Cayambe 2015).

Principalmente se tienen dos épocas donde se presentan fuertes lluvias, que son los meses de abril y diciembre y entre ellos meses de menor precipitación como enero-febrero y julio-agosto. Según datos, los meses en los que se tiene una máxima precipitación en un día son en diciembre y octubre con 21,8 y 19,3mm, respectivamente (PDOT-Cayambe 2015).

Figura 2 Mapa de precipitación del cantón Cayambe

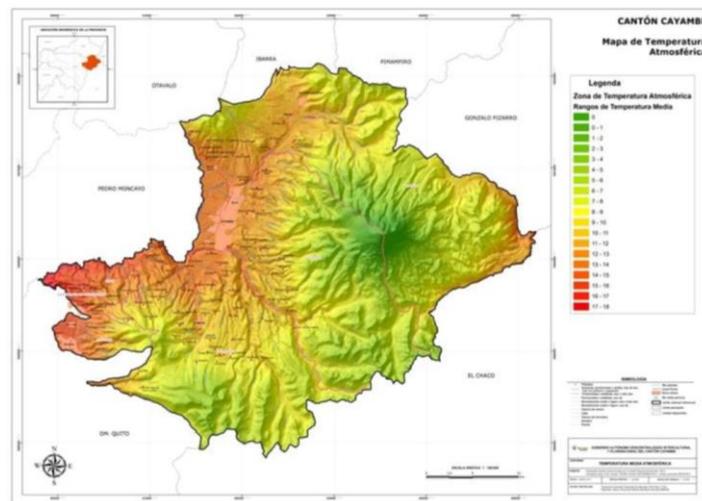


Fuente: PDOT- Cayambe 2015

4.1.2.2. Temperatura

La temperatura media del año en la estación seleccionada es de 25,1°C. Los meses de febrero, marzo y abril son los que muestran el mayor valor de temperatura, mientras que los meses de agosto y septiembre son los que presentan valores ligeramente más bajos con respecto a la media anual.

Figura 3 Mapa de temperatura atmosférica del cantón Cayambe



Fuente: PDOT- Cayambe 2015

4.1.2.3. Viento

En base a los registros meteorológicos de la estación Tomalón – Tabacundo del INAHMI se registra una velocidad de viento casi constante, la cual se mantiene alrededor de los 4 km/h y con una tendencia de dirección sur este. De todos modos, los datos meteorológicos muestran velocidades del viento que van hasta los 8.6 Km/h.

Tabla 3. Registros de velocidad media de la estación Tomalón - Tabacundo

MES	VELOCIDAD MEDIA (km/h)
Enero	3.8
Febrero	1.9
Marzo	2.7
Abril	2.7
Mayo	1.8
Junio	6.1
Julio	8.6
Agosto	6.5
Septiembre	7.1
Octubre	3.9

Noviembre	3.1
Diciembre	3.5
Valor Anual	4

Fuente: Anuario Meteorológico INAHMI 2014

4.1.2.4. Suelo

La finca María Bonita, se localiza en la depresión interandina, la cual es considerada una estructura sobrepuesta en el flanco occidental y en la parte del eje del anticlinorio de la Cordillera Real; la cual se encuentra rellena por una potente secuencia de depósitos (Lavenu, 1994).

La zona de ubicación de la Unidad de Producción, pertenece a la región ecológica (9) Región Sub-Húmedo Templado o según la clasificación de Cañadas, es considerada como un bosque seco montano bajo, los mismos que se localizan dentro del callejón interandino en forma dispersa y formando parte de las estribaciones externas; tanto de la cordillera occidental como de la cordillera oriental que está localizada altitudinalmente entre los 2000 y 3050 m.s.n.m.

4.1.2.5. Uso del Suelo

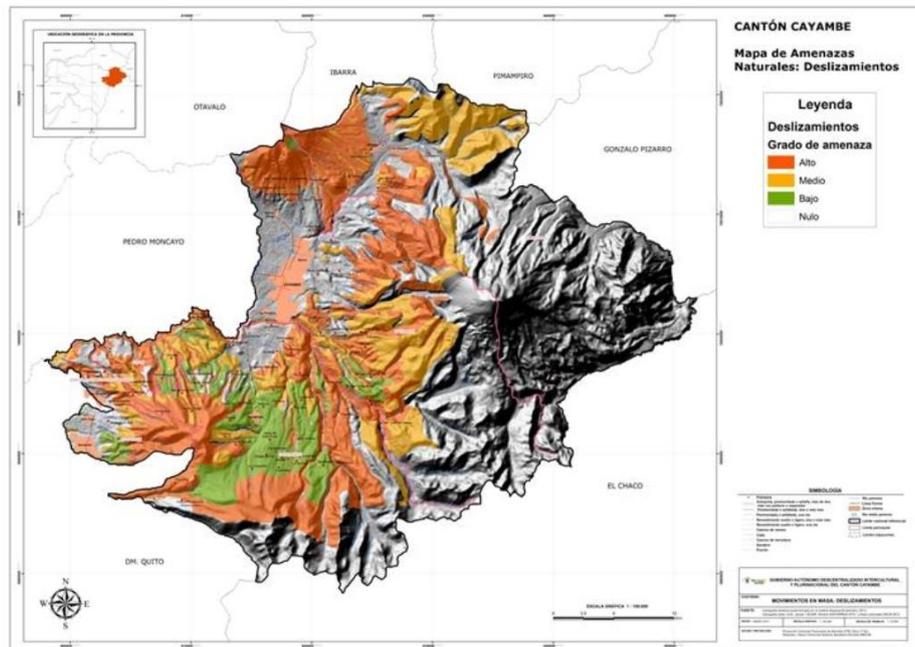
Según datos obtenidos de SIISE, el uso del suelo en gran parte es agrícola, las zonas se encuentran utilizadas principalmente por cultivos de rosas, y en menor porcentaje pastos para ganadería lechera, y finalmente un área menor para cereales u productos de ciclo corto, cultivos de subsistencia; evidenciándose así una fracción mínima de la presencia de vegetación nativa (PDOT, Cayambe 2015).

El terreno de la zona de Cayambe, se presenta ligeramente quebrado y ondulado, con pendientes entre el 4% y el 6%, por dicha razón se construyen terrazas que permiten cultivar y garantizar el buen desarrollo de las flores (PDOT, Cayambe 2015).

4.1.2.6 Amenazas Naturales

Las amenazas se muestran en base a: los movimientos en masa y a los sismos que se pudieran producirse a partir de la actividad del volcán Cayambe (PDOT, Cayambe 2015).

Figura 4 Mapa de Amenazas Naturales: Deslizamientos del cantón Cayambe



Fuente: PDOT Cayambe, 2015

4.1.2.7. Agua, Principales cuerpos de agua

María Bonita está ubicada en un área donde existe un cuerpo hídrico cercano, el cual ha sido identificado como la acequia Cariacú, el cual alimenta al reservorio de la Unidad de Producción.

Figura 5 Mapa del reservorio de la Unidad de Producción María Bonita



Fuente: Google Maps

4.1.2.8. Aire

En las zonas cercanas a la Unidad Productiva se muestra una calidad de aire buena, esto debido a que no hay presencia de factores que puedan afectar al mismo como son fuentes fijas de combustión, calderos, botaderos a cielo abierto, entre otros. Los caminos alrededor de la finca generalmente son empedrados y de tierra por lo que puede existir un porcentaje de afección del polvo. La finca no posee fuentes de combustión fijas de operación continua, solamente un generador el cual es usado en caso de emergencia.

4.1.3. Medio Biótico

4.1.3.1. Flora

El área de estudio pertenece, según el diagnóstico ambiental de la Unidad de Producción, a la formación vegetal Matorral Húmedo montano (Mhm), La cobertura vegetal se encuentra mayormente destruida y fue reemplazada desde hace mucho tiempo por cultivos de rosas o bosques de *Eucalyptus globulus*. La vegetación nativa generalmente forma matorrales y sus remanentes se pueden encontrar en barrancos o quebradas.

Al no existir bosques nativos dentro de la zona de estudio, la flora local se ha visto disminuida sustancialmente, la zona se proyecta como un sitio de cultivos donde se siembra principalmente flores y adicionalmente existen cultivos de subsistencia como maíz, papa, cebada y trigo.

No se localizó ningún parche o remanente de bosque nativo, por lo que la mayoría de especies presentes forman parte de cercas vivas dentro del área de influencia de la finca, como es el caso de eucaliptos (*Eucalyptus globulus*), mientras que en menor grado se presentan algunas especies de arrayán (*Myrcianthes ropaloides*), pino (*Pinus radiata*), aliso (*Alnus acuminata*), ciprés (*Cupressus sempervivens*), acacias (*Acacia* sp.) y romerillo (*Podocarpus oleifolius*).

4.1.3.2. Fauna

Mamíferos

Debido al progreso de la zona agrícola y la destrucción de la mayor parte de los bosques naturales en la sierra ecuatoriana, la fauna nativa se ha visto disminuida en cuanto a especies, no se han localizado animales nativos de acuerdo a los pobladores de la zona a excepción de algunos pocos animales como las raposas (*Didelphys albiventris*), los animales domésticos tales como perros, gatos, caballos, vacas, entre otros. Se puede observar en mayor cantidad

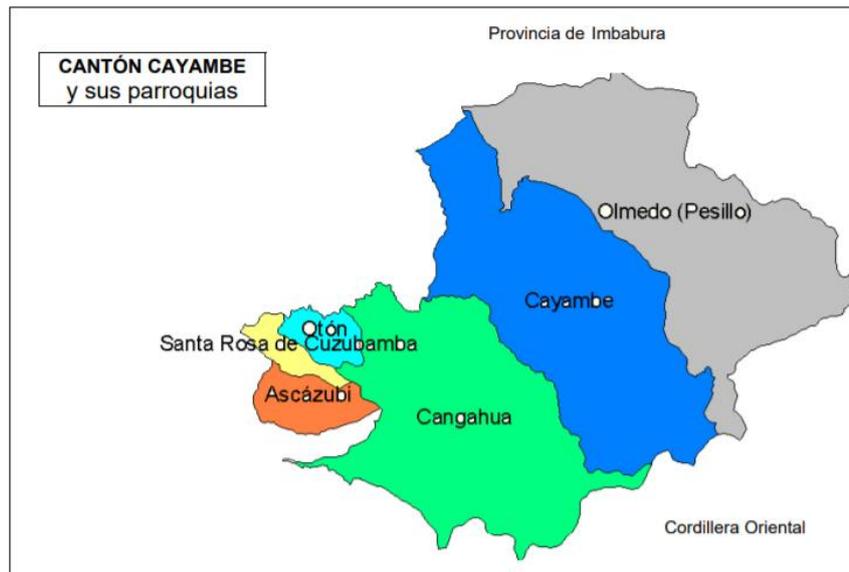
Aves

Dentro de la zona de estudio se pudieron reconocer algunas especies de aves como es el caso de la tórtola (*Zenaida auriculata*), mirlo (*Turdus fuscater*), gavilán de la sierra (*Daptrius ater*), gorrión (*Zonotrichia capensis*), quilico (*Falco sparverius*), y buho (*Tyto alba*).

4.1.4. Aspectos Socioeconómico y Cultural

La Unidad de Producción María Bonita se encuentra localizada dentro de la parroquia Cangahua, sector de Cuniburo dentro del cantón Cayambe.

Figura 6 Mapa de cantones de Cayambe



Fuente: PDOT Cayambe, 2015

El área de estudio se encuentra localizada en la parroquia de Cangahua, perteneciente al cantón Cayambe. Dicha parroquia cuenta con 16 231 habitantes con una tasa de crecimiento poblacional de 3,16 la misma que se determinó en base al crecimiento rural de la provincia de Pichincha (PDOT Cayambe, 2015).

La estimación de la población indígena rural en la parroquia de Cangahua alcanza el 97%, es decir, 11.470 pobladores indígenas de 11.825 habitantes (PDOT Cayambe, 2015).

La parte urbana de la parroquia de Cangahua se encuentra dividida en diferentes barrios o comunidades. La parroquia tiene una población total de 13.508 habitantes, de los cuales el 51,5% son mujeres, mientras que el 48,5% son hombres.

4.1.4.1. Nivel de Vida

Según datos del PDOT de Cayambe, de la población total de habitantes de la parroquia de Cangahua, 2.587 cuentan con vivienda propia mientras que 357 arriendan su vivienda. En la tabla a continuación se describen los valores porcentuales de la situación de la vivienda:

Tabla 4. Porcentaje de población con vivienda

Vivienda	Porcentaje de Población
Propia	87.9
Arrendada	12.1

Fuente: PDOT Cayambe, 2015

4.1.4.2. Salud

Dentro del distrito de Salud de Cayambe y Pedro Moncayo, se sabe existen 15 Unidades Operativas de Salud, una de ellas ubicada en la parroquia de Cangahua, y solamente un Hospital Básico (Hospital Raúl Maldonado Mejía) (PDOT Cayambe, 2015).

En la parroquia además existen 2 subcentros de salud rural: el primero se ubica en el centro poblado y el segundo se localiza en Espiga de Oro. Además, en la parroquia existen 6 dispensarios médicos de salud del IESS (PDOT Cayambe, 2015).

4.1.4.3. Servicios Básicos Disponibles

Según datos del SIISE, la parroquia de Cangahua es abastecida en un 8.3% del servicio de agua potable, el 7% tiene sistema de alcantarillado, el 79% tiene luz eléctrica, el 5% de la población cuenta con teléfono en la vivienda y el 8.2% de la población tiene el servicio de recolección de basura (SIISE, 2001). A continuación, se detallan resumidamente los servicios básicos con que cuenta la parroquia:

Tabla 5. Servicios Básicos en la parroquia Cangahua

Servicio Básico	Porcentaje de Cobertura (%)
Agua	8.3%
Luz eléctrica	79%

Alcantarillado	7%
Recolección de Basura	8.2%
Servicio telefónico	5%

Fuente: PDOT Cayambe, 2015

4.1.4.4. Población Económicamente Activa y las principales actividades productivas

Al determinar la población ocupada dependiendo su actividad en el cantón Cayambe, se evidencian las actividades que mayor empleo genera.

Tabla 6. Relación actividades productivas urbano y rural

Principales Actividades	Población Económicamente Activa - Urbano	Población Económicamente Activa - Rural	Total
Población ocupada en agricultura, silvicultura, caza y pesca	5606	11056	16662
Población ocupada en comercio al por mayor y menor	3116	1051	4167
Población ocupada en el sector público	1985	826	2811
Población ocupada en industrias Manufactureras	1758	945	2703
Población ocupada en construcción	683	2063	2746
Población ocupada en Transporte y almacenamiento	1005	552	1557
Población ocupada en actividades de	848	207	1055

Fuente: PDOT Cayambe, 2015

El cuadro siguiente, muestra la estructura económica del Cantón Cayambe más específicamente de su parroquia Cangahua, cuyos valores de la Población Económicamente Activa (PEA), la Población Económicamente Inactiva (PEI) y la Población que está en edad de Trabajar (PET) se han dividido el género en hombres y mujeres.

Tabla 7. Estructura económica de la población de Cangahua por genero

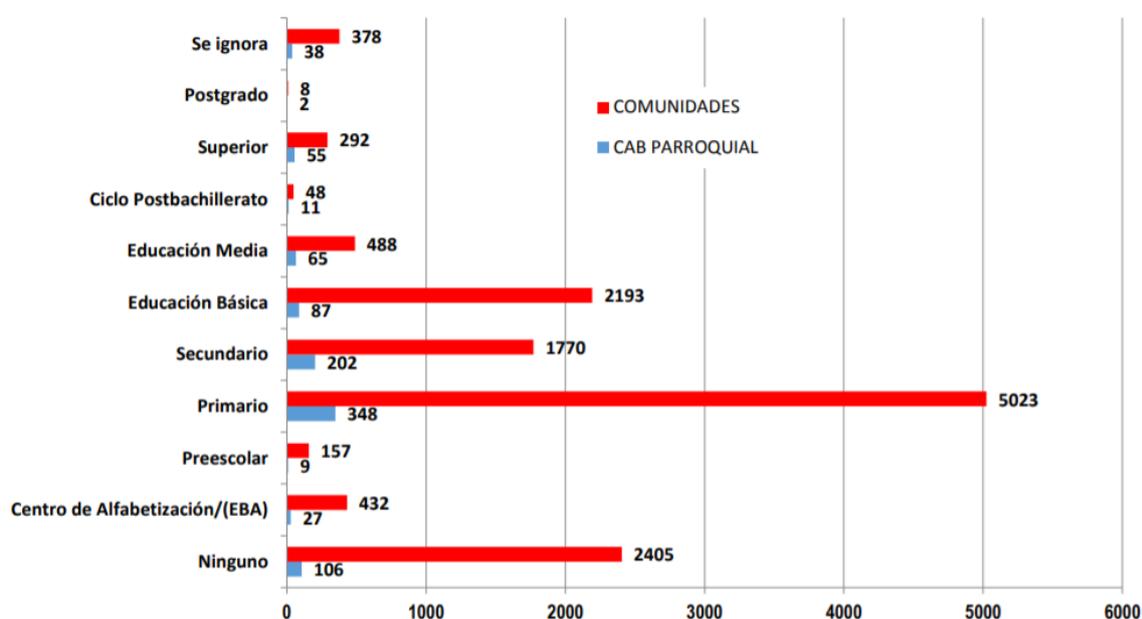
	PEA	PEI	PET
Hombre	3997	1834	5831
Mujer	3305	2903	6208
Total	7302	4737	12039

Fuente: PDOT Cayambe, 2015

4.1.4.5. Educación

Según la información, se conoce que el nivel de instrucción de la población, tanto de las comunidades como de la cabecera parroquial, es un nivel primario, obteniendo 5023 personas que son del sector rural y 348 personas son del casco parroquial. Por otro lado, en el sector rural existe un número de 2405 personas que no tienen ningún nivel de instrucción y 2193 personas que solo han logrado concluir con la educación básica. Con respecto a la culminación de niveles superiores, se tiene 292 personas en las comunidades y 55 en el casco parroquial que tienen una educación superior (PDOT Cangahua, 2015).

Figura 7 Nivel de instrucción por zona en la población de la parroquia Cangahua



Fuente: PDOT Cangahua, 2015

4.2. CALCULO DE LA HUELLA ECOLOGICA MEDIANTE EL METODO DE LAS CUENTAS CONTABLES

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del año 2019 analizado y por categoría de la huella ecológica de la organización mediante el método compuesto de las cuentas contables.

Tabla 8. Huella Ecológica 2019

CATEGORIA DE PRODUCTO	Huella Ecológica	Contra-Huella	Huella Ecológica Corporativa
	(hag)	(hag)	(hag)
1 ENERGÍA			
1.1 Electricidad	17.885		17.885
1.2 Combustibles	8.439		8.439
1.3 Materiales	1.667		1.667
1.4 Residuos	21.589		21.589
2 USO DEL SUELO	89,72	129.05	-39.328
3 RECURSOS AGROPECUARIOS	0,145		0,145
4 RECURSO AGUA	0,028		0,028
TOTAL			10.42

Fuente: El Autor

Como se puede observar la categoría Energía cuenta con mayor peso dentro de estudio teniendo las principales sub categorías de residuos con 21.589 hag, electricidad con 17.885 hag y combustibles 8.439 hag. Siendo dichas categorías las más utilizadas dentro de todos los procesos productivos.

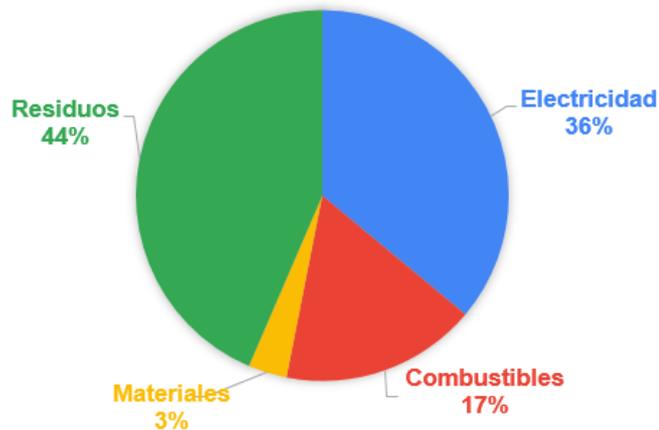
Para la categoría del uso del suelo juega un papel importante la contrahuella que aporta al resultado en negativo por lo que se tiene una peculiaridad de la Unidad de producción, el total del área que no se utiliza es de 23 hectáreas siendo un total de aproximadamente 50 hectáreas lo que ayuda al cálculo del uso del suelo y su impacto en el resultado de la huella ecológica.

4.3. OPORTUNIDADES DE MEJORA DE ACUERDO A LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA HUELLA ECOLOGICA

Para describir las oportunidades de mejora se analizarán las subcategorías que generen una mayor huella ecológica de acuerdo a los datos arrojados por el cálculo del año 2019. Se encuentran en la categoría Energía y representan el 97% del total de la huella ecológica de esta categoría. Estos son: Electricidad, Residuos, Combustibles y Materiales.

Figura 8 Subcategorías del producto Energía

SUB CATEGORIAS ENERGÍA



Fuente: El Autor

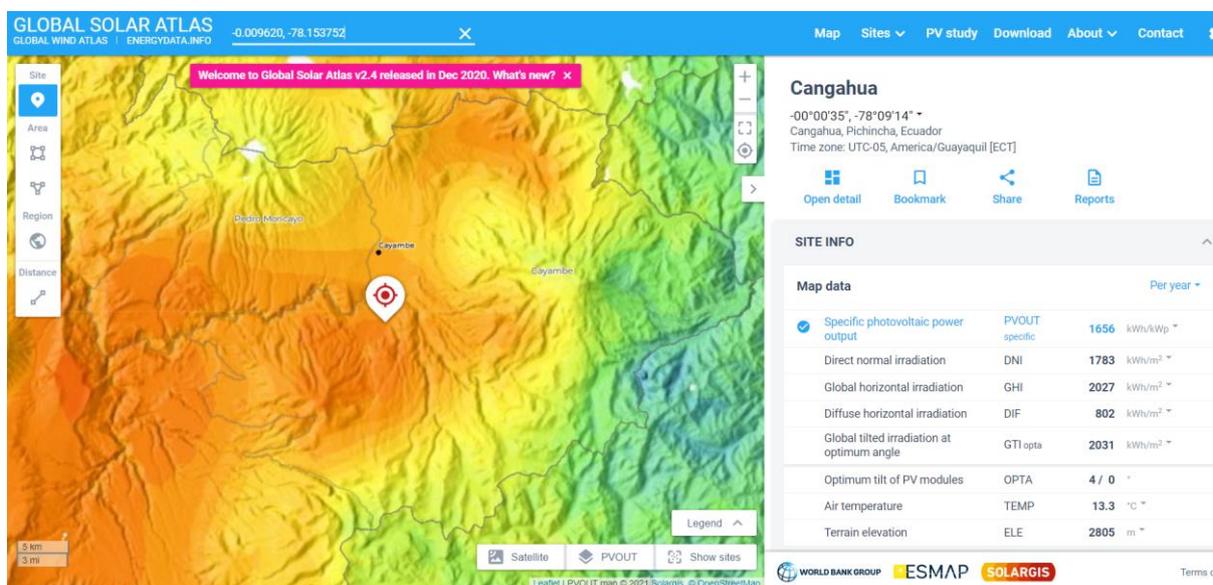
4.3.1. Subcategoría Electricidad – Oportunidades de mejora

Dentro de esta subcategoría se puede sugerir oportunidades de mejora enfocadas al excesivo consumo de los diferentes equipos o materiales utilizados en la unidad productiva. Los principales para su análisis son: bombas centrífugas de abastecimiento, bombas recíprocas de fumigación, picadoras, sistemas de refrigeración e iluminación en general.

Para aliviar este gasto excesivo se plantea como una oportunidad de mejora la implementación de paneles fotovoltaicos. ya que la unidad productiva cuenta con espacio para la adecuación. A continuación, se realizará un estudio general de la aplicabilidad de este proyecto.

Como primer paso se determinará si la zona donde está ubicada la Unidad Productiva tiene la suficiente potencia para la implementación de la planta fotovoltaica. Esto lo podemos observar mediante el programa en línea Global Solar Atlas, que nos proyecta la energía potencial anual para el abastecimiento de nuestra planta, otro dato importante es el consumo realizado en el año 2019 para compararlo y conocer nuestra potencia de instalación para cubrir la demanda de electricidad total.

Figura 9 Ubicación de la finca en el Global Solar Atlas



Fuente: Global Solar Atlas

Ecuación 7 Potencia de Instalación

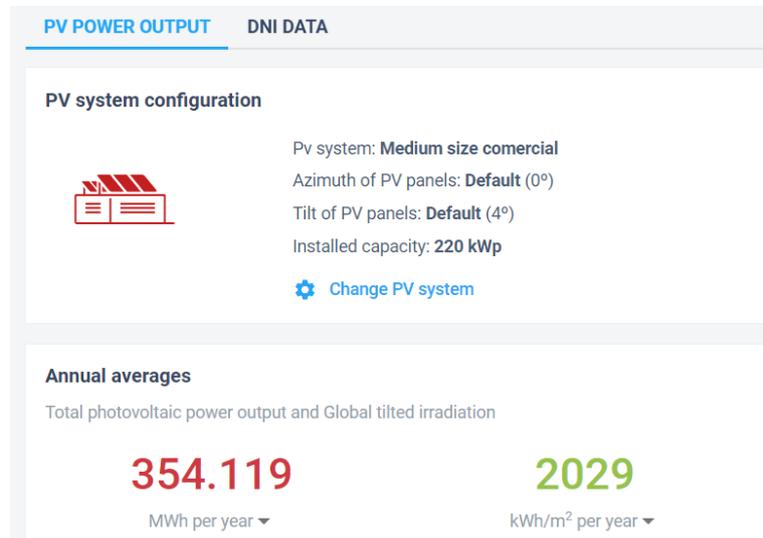
$$\frac{\text{Consumo electrico año 2019}}{\text{PV OUT (energía fotovoltaica)}} = \frac{352\,723 \text{ kWh}}{1656 \text{ kWh/kWp}} = 213 \text{ kWp}$$

Fuente: El Autor

Este valor es un aproximado para determinar nuestra capacidad instalada en el sistema, lo principal es cubrir nuestro consumo aumentando la capacidad. Entonces para un consumo similar o superior de 352 723 Kw se necesita 220 Kw de capacidad instalada ya que generaría 354 119 Kw al sistema y estaría dentro del rango de Kw necesarios. Dentro del programa

podemos ajustar dichos parámetros teniendo en cuenta que el sistema lo calcula para un tamaño mediano comercial como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 10 GSA, Resultados de la ubicación y detalle del sistema



Fuente: Global Solar Atlas

Una vez analizado estos valores procedemos a realizar la simulación de la planta fotovoltaica en el sistema generado por la “National Renewable Energy Laboratory” llamada System Advisor Model (SAM). Es un software gratuito que se puede utilizar con fines comerciales, académicos o personales con el objetivo de realizar simulaciones de acuerdo a los datos y zonas ingresadas referente a modelos solares para evaluar el impacto de las mejoras de eficiencia o las reducciones de costos en sus productos sobre el costo de la energía de los sistemas instalados. (SAM, 2020)

Para generar nuestra simulación con nuestra información se realizará los siguientes pasos:

1. Se procede a ubicar las coordenadas de la Unidad Productiva para que el sistema puede determinar los datos de la zona.

Figura 11 Ubicación Geográfica dentro del sistema SAM

Photovoltaic, LCOE Calculator

Location and Resource

Module

Inverter

System Design

Shading and Layout

Losses

Grid Limits

Financial Parameters

Solar Resource Library
 The Solar Resource Library is a list of weather files on your computer. Choose a file from the library and verify the weather data information below.

The default library comes with only a few weather files to help you get started. Use the download tools below to build a library of locations you frequently model. Once you build your library, it is available for all of your work in SAM.

Filter: Name

Name	Latitude	Longitude	Time zone	Elevation	Station ID	Source
fargo_nd_46.9_-96.8_mts1_60_tmy	46.9	-96.8	-6	274	14914	TMV2
imperial_ca_32.835205_-115.572398_psmv3_60_tmy	32.85	-115.58	-8	-20	72911	NSRDB
phoenix_az_33.450495_-110.983688_psmv3_60_tmy	33.45	-111.98	-7	358	78208	NSRDB
tucson_az_32.116521_-110.933042_psmv3_60_tmy	32.13	-110.94	-7	773	67345	NSRDB
-0.01_-78.15_-0.005279_-78.160322_psm3-tmy_60_t...	0.01	-78.18	-5	2766	1109617	NSRDB
-0.01_-78.15_-0.003606_-122.261524_psm3-tmy_60...	-0.01	-122.28	-8	28	258004	NSRDB

SAM scans the following folders on your computer for valid weather files and adds them to your Solar Resource library. To use weather files stored on your computer, click Add/remove Weather File Folders and add folders containing valid weather files.

C:\Users\NICOLAS\SAM Downloaded Weather Files
 C:\Users\NICOLAS\SAM Downloaded Weather Files/-0_009620_-78_153752

Add/remove weather file folders...
 Refresh library

Download Weather Files
 The NSRDB is a database of thousands of weather files that you can download and add to your solar resource library; Download a default typical-year (TMY) file for most long-term cash flow analyses, or choose files to download for single-year or P50/P90 analyses. See Help for details.

One location Multiple locations Advanced download

Type a location name, street address, or lat,lon in decimal degrees | Default TMY file | Download and add to library...

For locations not covered by the NSRDB, click here to go to the SAM website Weather Page for links to other data sources.

Fuente: System Advisor Model

2. Se selecciona el modulo que queremos para nuestro sistema, en este caso se escogió el que se selecciona automáticamente en el programa.

Figura 12 Elección del modulo

Photovoltaic, LCOE Calculator

CEC Performance Model with Module Database

Location and Resource

Module

Inverter

System Design

Shading and Layout

Losses

Grid Limits

Financial Parameters

Filter: Name

Name	Manufacturer	Technology	Bifacial	STC	PTC	A_c	Length	Width	N_s	Lsc_ref	V_oc_ref	I_mp_ref	V_mp_ref	alpha_si
SunPower SPR-310E-WHT-D	SunPower	Mono-c-Si	0	310.149	285.3	1.631	1.559	1.046	96	6.05	64.4	5.67	54.7	0.00373
SunPower SPR-310E-WHT-U	SunPower	Mono-c-Si	0	310.149	285.3	1.631	1.559	1.046	96	6.05	64.4	5.67	54.7	0.00373
SunPower SPR-310-WHT-U	SunPower	Mono-c-Si	0	310.149	285.3	1.631	1.559	1.046	96	6.05	64.4	5.67	54.7	0.00373
SunPower SPR-E19-310-COM	SunPower	Mono-c-Si	0	310.149	285.3	1.631	1.559	1.046	96	6.05	64.4	5.67	54.7	0.00373
SunPower SPT-310-Mono	SunPower	Mono-c-Si	0	312.795	281.1	1.62		60	9.94	40.3	9.45	33.1	0.00328	
SunPower SPT-310-Mono-BK	SunPower	Mono-c-Si	0	312.795	280.7	1.62		60	9.94	40.3	9.45	33.1	0.00318	
SunPower T5-SPR-310	SunPower	Mono-c-Si	0	310.149	285.3	1.631	1.559	1.046	96	6.05	64.4	5.67	54.7	0.00373
SunPower PL-SUNP-SPR-315E	SunPower	Mono-c-Si	0	315.072	290	1.631	1.559	1.046	96	6.14	64.6	5.76	54.7	0.00379

Module Characteristics at Reference Conditions
 Reference conditions: Total Irradiance = 1000 W/m², Cell temp = 25 C

SunPower SPR-E19-310-COM

Nominal efficiency: 19.0159 %
 Maximum power (Pmp): 310.149 Wdc
 Max power voltage (Vmp): 54.7 Vdc
 Max power current (Imp): 5.7 Adc
 Open circuit voltage (Voc): 64.4 Vdc
 Short circuit current (Isc): 6.0 Adc

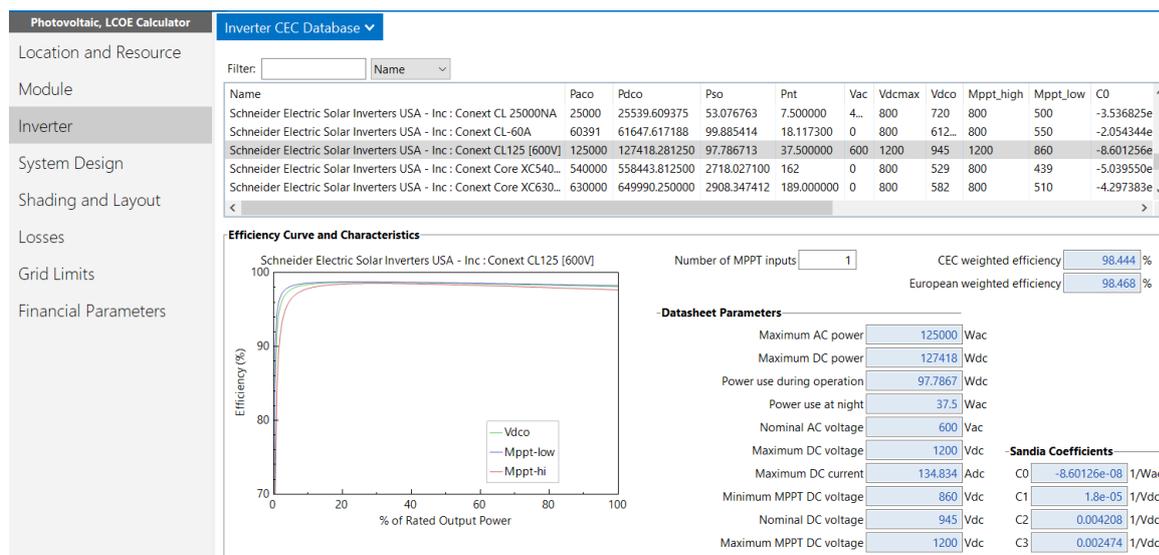
Temperature coefficients
 -0.386 %/C
 -1.197 W/C
 -0.273 V/C
 -0.176 V/C
 0.062 %/C
 0.004 A/C

Bifacial Specifications
 Module is bifacial
 Transmission fraction: 0.013 0-1
 Bifaciality: 0.65 0-1
 Ground clearance height: 1 m

Fuente: System Advisor Model

3. Se determinó el inversor que será escogido de acuerdo a las características necesarias de nuestro proyecto y la eficiencia del inversor a utilizar.

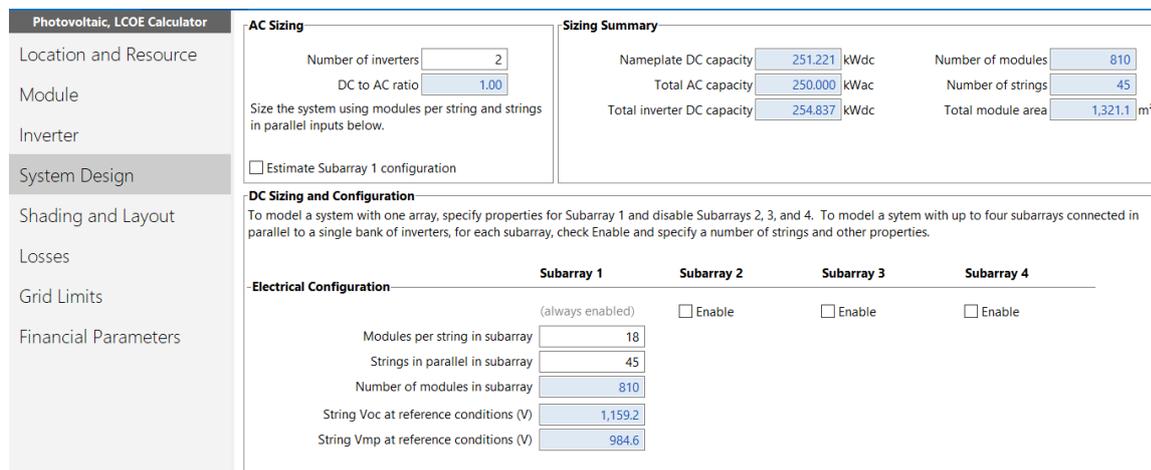
Figura 13 Elección del inversor y sus características



Fuente: System Advisor Model

- Se analizó el número de inversores a utilizar, el número de paneles en serie y paralelo para nuestra instalación y nos determina automáticamente el espacio que se utilizara en los paneles fotovoltaicos, para este proyecto necesitaremos un espacio de 1321 m²

Figura 14 Elección de datos para el diseño del sistema



Fuente: System Advisor Model

Visto de manera gráfica la distribución y localización de los paneles en la Unidad de producción quedaría de la siguiente forma, aprovechando el espacio en el techo de los dos galpones que

conforman las postcosechas con un espacio aproximado de 985 m² en la Poscosecha #1 y 930 m² en la poscosecha #2.

Figura 15 Mapa de la ubicación de las Post cosecha



Fuente: Google Maps

Figura 16 Referencia de la ubicación de los paneles fotovoltaicos



Fuente: Elaboración propia con imágenes de Google Maps

Como último paso se genera la simulación y el reporte del sistema nos arroja los siguientes datos que concuerdan con las necesidades del proyecto y que en la simulación da como resultado un proyecto viable.

Figura 17 Resultados obtenidos del SAM

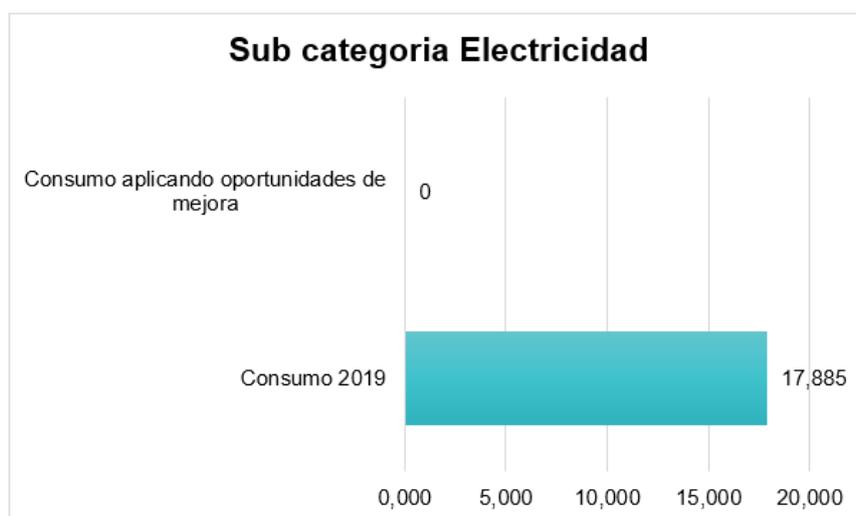
Metric	Value
Annual energy (year 1)	375,074 kWh
Capacity factor (year 1)	17.0%
Energy yield (year 1)	1,493 kWh/kW
Performance ratio (year 1)	0.81
Levelized cost of energy	6.39¢/kWh

Fuente: System Advisor Model

Teniendo una generación de energía en un año aproximadamente 375 074 kWh, con un “Performance ratio” de 0.81 que estaría dentro de los rangos normales establecidos. Otro dato importante es el costo de kWh de la instalación que nos da a 6.39 centavos/kWh; El costo de la electricidad esta alrededor de 9.33 centavos/kWh, siendo el coste de la electricidad fotovoltaica más barata por ello el proyecto es sustentable.

A continuación, se muestran las diferencias que existiría si se aplicaran las oportunidades de mejora frente a los valores generados por el cálculo de la huella ecológica para la categoría de electricidad.

Figura 18 Reducción de consumo eléctrico aplicando las oportunidades de mejora



Fuente: Autor

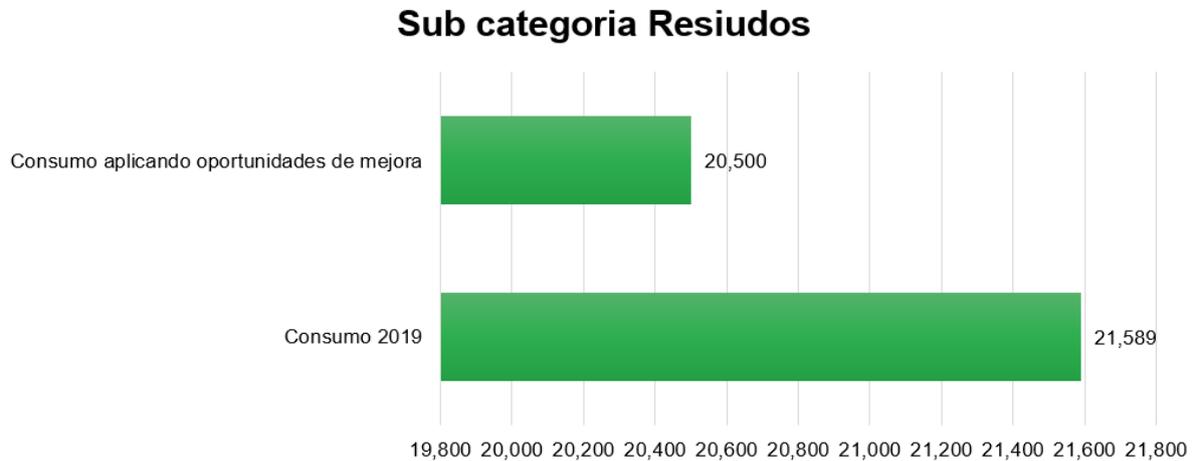
4.3.2. Subcategoría Residuos – Oportunidades de mejora

En años anteriores la Unidad de Producción no contaba con un manejo y gestión adecuado para los residuos ya sean peligrosos, reciclables o alimenticios lo que ocasionaba un gran problema para su control y mejoramiento del proceso. Desde el año 2019 se viene implementando metas anuales de consumo además de aplicar diferentes procedimientos para su tratamiento. Dentro de los residuos reciclables como principales materiales tenemos plástico de invernadero, cartón y madera. Para este grupo de residuos es factible aplicar el procedimiento de las 3R (Reutilizar, Reciclar y Reducir) ya que se lo puede volver a utilizar en el día a día para los diferentes procesos internos de la Unidad de producción. Además del control de consumo mensual se podría generar una disminución del 5% del valor del 2019. Cabe mencionar que los residuos de material vegetal (flor nacional, tallos, hojas) en su totalidad se prepara para producir abono para el uso mismo de la Unidad Productiva y se destina cierta cantidad para la distribución interna de la comunidad de Cuniburo para su aprovechamiento.

Para los residuos peligrosos constaría del mismo procedimiento de control de consumo y dependería en gran manera de otros factores externos como el clima siendo este el principal. De Igual manera en un año considerado normal se podría llegar a disminuir un 5% del consumo anual.

A continuación, se muestran las diferencias que existiría si se aplicaran las oportunidades de mejora frente a los valores generados por el cálculo de la huella ecológica para la categoría de residuos.

Figura 19 Reducción de consumo residuos aplicando las oportunidades de mejora



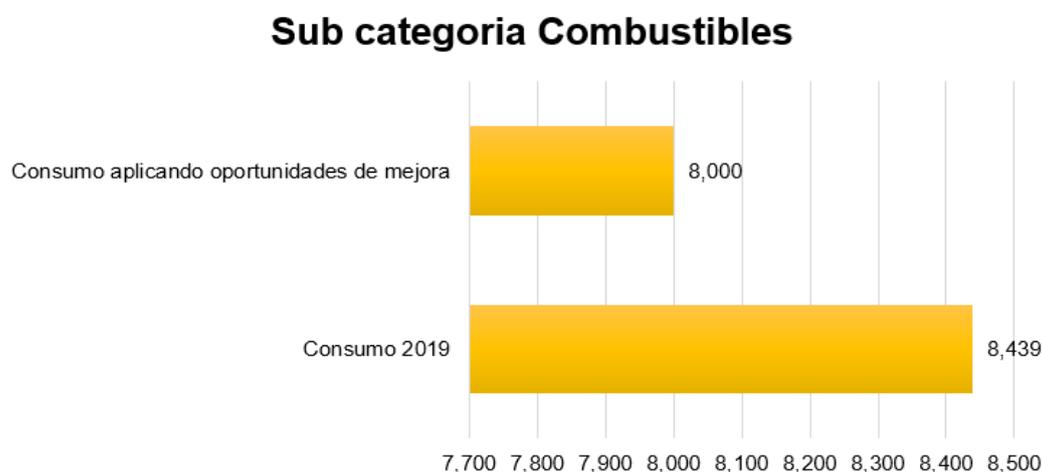
Fuente: Autor

4.3.3. Subcategoría Combustible – Oportunidades de mejora

Para esta subcategoría la oportunidad de mejora principal identificando los principales equipos de consumo de combustibles dentro de la UP son: tractor, generador y moto guadañas. Es el control de consumos ajustados a las necesidades de los equipos complementado con un programa de mantenimiento preventivo que ayudara la eficiencia y buen funcionamiento de los diferentes sistemas. Se podría llegar a disminuir un 5 % del consumo anual.

A continuación, se muestran las diferencias que existiría si se aplicaran las oportunidades de mejora frente a los valores generados por el cálculo de la huella ecológica para la categoría de residuos.

Figura 20 Reducción de consumo combustible aplicando las oportunidades de mejora



Fuente: Autor

De esta forma de manera general se presentan los resultados obtenidos del año 2019 y los resultados con la implementación de las oportunidades de mejora por categoría de la huella ecológica de la unidad de producción y se puede observar la diferencia del valor total que nos lanza un valor negativo, que expresado dicho numero significa que las toneladas de CO₂ que la organización está generando se contrarresta con la contrahuella debido a la gran cantidad de superficie aptas para la absorción de CO₂, además del gran impacto que genera positivamente la implementación de la energía limpia.

Tabla 9. Huella Ecológica 2019 vs Oportunidades de mejora

CATEGORIA DE PRODUCTO	Huella Ecológica (hag)	Contra-Huella (hag)	Huella Ecológica Corporativa	
			Sin OP (hag)	Con OP (hag)
1 ENERGÍA				
1.1 Electricidad	17.885		17.885	0
1.2 Combustibles	8.439		8.439	8.000
1.3 Materiales	1.667		1.667	1.667
1.4 Residuos	21.589		21.589	20.509
2 USO DEL SUELO	89,72	129.05	-39.328	-39.328
3 RECURSOS AGROPECUARIOS	0,145		0,145	0.145
4 RECURSO AGUA	0,028		0,028	0.028
TOTAL			10.42	-8.98

DISCUSIÓN

Dentro de este gran sector de la floricultura si bien es cierto se ha ido avanzando y mejorando los procesos internos productivos y de apoyo, principalmente dentro de las empresas o grupos considerados grandes y medianos por distintas certificaciones internacional para la exportación donde se tienen contemplado la gestión integral de las áreas de medio ambiente, seguridad ocupacional, seguridad física y trato justo al trabajador que velan por el aseguramiento y cumplimiento de estándares nacionales e internacionales. Por ello las grandes y medianas fincas cuentan con bases de un sistema de gestión desarrollado en los últimos años que con lleva al control y disminución, sobretodo en el área de medio ambiente, para que las florícolas puedan identificar, medir y controlar sus distintos impactos ambientales que no están exentos de producir.

Luego de todo el desarrollo de este proyecto se pudo evidenciar y entender que con un sistema de gestión en base al control de metas, aseguramiento y medidas preventivas eficientes se puede alcanzar una disminución de los impactos ambientales producidos en cada una de las actividades desarrolladas por la finca florícola y el mejoramiento continuo de los procesos. Destacando la principal oportunidad de mejora dentro del área de electricidad, con la incorporación de energía limpia al proceso como son los paneles fotovoltaicos generando un gran impacto positivo en el cálculo de la huella ecológica y evidenciando su sustentabilidad. La gran mayoría de florícolas viendo de manera general como se ha venido comportando el sector a lo largo de los años en materia de infraestructura nueva o actualizada no busca o no tiene apoyo para adentrarse a la producción de energía limpia como algunas fincas medianas y pequeñas, que representan un gran porcentaje del sector, no llevan un sistema acorde a prevenir y disminuir el impacto generado por las operaciones ni están al tanto de sustituir los procesos

antiguos e innovar sus procedimientos. Lo que se podría realizar y con el apoyo de entidades de control es un estudio y análisis del consumo de electricidad utilizado en las florícolas del país ya que muchas de ellas cuentan con maquinaria y herramientas antiguas o en mal estado que afectan al proceso, sin descuidar las otras categorías, ya que dependerá de mayor manera los procesos internos que desarrollen en cada una de las florícolas y los factores externos que lo rodeen.

CONCLUSIONES

- En el caso de las organizaciones y empresas, marcamos que el método de las cuentas contables es una herramienta útil y de gran aplicabilidad, pues el indicador facilita en un único índice, simple y evidente, aspectos relevantes de la situación ambiental de las empresas pudiendo tomar acciones inmediatas.
- La calidad de los datos que se obtengan para utilizar dicho método es una de las principales bases para desarrollar de manera correcta e identificar las áreas que deben ser intervenidas para disminuir los posibles impactos ambientales.
- Dentro del estudio y desarrollo del método la principal categoría que tiene un mayor impacto en el resultado de la huella ecológica fue de Energía, principalmente de electricidad con 21.589 hag, generando una oportunidad de mejora, la implementación de paneles fotovoltaicos analizando la propuesta mediante una simulación llegaría a 0 hag. Reduciendo en su totalidad las emisiones de CO₂ al ambiente aprovechando energía limpia.
- La implementación de paneles fotovoltaicos, su viabilidad teórica realizada en esta investigación abre una gran oportunidad para el desarrollo e implementación de sistemas de energía limpia dentro del sector florícola desarrollando simulaciones para su aplicabilidad.
- Las otras sub categorías que se analizaron posteriormente son de residuos y combustibles obteniendo la huella de carbono valores de 21.589 hag y 8.439 hag respectivamente. Implementando las oportunidades de mejora respectivas para residuos

y combustibles detalladas en esta investigación se podrá disminuir un 5% de los valores quedando con 20.509 hag para residuos y 8.00 para combustibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Molina Ruiz, H. D., & Reyes Vázquez, S. G. (2013). Estimación de la huella de carbono de una institución de educación media superior y superior (Magister).
- Manso Piñeros, D., Parrado Moreno, C. A. y Aristizábal, A. J. (2017). Inventario de gases efecto invernadero en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Utadeo). *Mutis*, 7(2), 44-58.
- Alba J., Díaz E. y Doménech J. L., 2003. Estudio de indicadores ambientales portuarios: la huella ecológica del puerto de Gijón. Autoridad Portuaria de Gijón. Gijón. Páginas: 143.
- Carballo, A., García Negro, M. C., Doménech, J. L., Villasante, C. S., Rodríguez, G. y González Arenales, M. (2008). La huella ecológica corporativa: concepto y aplicación a dos empresas pesqueras de Galicia. *Revista Galega de Economía*, Vol. 17, núm. Extraord.
- Doménech, J. L., (2006) a. Huella social y desarrollo sostenible: un nuevo indicador de sostenibilidad. Segundo Encuentro Internacional sobre Pobreza, desigualdad y convergencia; eumed.net. Universidad de Málaga.
- Doménech, J. L., (2006) b. Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa. Terceros Encuentros sobre Desarrollo sostenible y población; eumed.net. Universidad de Málaga, 6-24 de julio de 2006. Páginas: 46.

- Doménech, J. L., (2007) a. Huella cultural y evolución sostenible. Terceros Encuentros de Economía, Educación y Cultura; eumed.net. Universidad de Málaga. 6 a 23 de febrero de 2007. Páginas: 31.
- Quesada, J. L. (2008). Huella del carbono corporativa: una. Madrid: Autoridad Portuaria de Gijón.
- Cangahua, G. A. (2019). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Cayambe: Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia de Cangahua.
- Espíndola, César, & Valderrama, José O. (2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. Información tecnológica, 23(1), 163-176.
- Penela, A. C. (2009). El MC3 una alternativa metodológica para estimar la healla corporativa del carbono (HCC). Madrid: Revista Desarrollo Local Sostenible.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2015). Guía para el cálculo y reporte de Huella de Carbono Corporativa. Bogota: Subdirección de Políticas y Planes Ambientales.
- Ministerio para la transición ecológica. (2016). Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. Madrid: Oficina Española de Cambio Climático.
- Salazar Dueñas, F. S. (2015). Actualización de la huella de carbono de la Universidad San Francisco de Quito para el año 2015 (Ingeniería). Universidad San Francisco de Quito.
- PDOT Cayambe (2015). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del gobierno autónomo descentralizado intercultural y plurinacional municipal de Cayambe 2015-2025.

- Aguilar González, Ángel A. (2017). Propuesta de utilización paneles solares, en florícolas de la parroquia Tabacundo, Cantón Pedro Moncayo, como mitigación al cambio climático (Ingeniería). Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2014). Reporte de la Huella Ecológica del Ecuador 2008 - 2011. Quito - Ecuador.
- M. Herva, A. Franco, E. Roca (2010). La huella Ecológica de Procesos Productivos como Indicador de Sostenibilidad; Departamento de ingeniería química; Universidad Santiago de Compostela.
- Flórez, D. D. (2016). Estimación de la huella de carbono mediante el método compuesto por cuentas contables (mc3), en la línea de Ananás comosus (L). Merr de una empresa del sector hortofruticola de Colombia. Barranquilla: Universidad de la costa CUC.
- System Advisor Model Version 2020.11.29 (SAM 2020). National Renewable Energy Laboratory. Golden, CO. Accessed December 27, 2020. <https://sam.nrel.gov>.