

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA
MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**“HUELLA DE CARBONO DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia*) EN EL
DISTRITO DE LA FLORIDA – CAJAMARCA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

MARCIA IVETTE ALVARADO VILCHEZ

LIMA – PERÚ

2021

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



"Año del buen servicio al ciudadano"

ACTA DE SUSTENTACIÓN
N°001/2020/FCF

Los miembros del Jurado Evaluador nombrados por Resolución FCF N° 131/2020 del día 04 de noviembre de 2020 que suscriben, reunidos para calificar el Trabajo de Suficiencia Profesional, titulado "**Huella de carbono de bambú (*Guadua angustifolia*) en el distrito de La Florida - Cajamarca**", presentado por la Bach. **Marcia Ivette Alvarado Vélchez**.

Oída la sustentación y respuestas a las preguntas del jurado, lo declaramos:

.....

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** y recibir el Título de **INGENIERO FORESTAL**.

La Molina, 15 de diciembre de 2020

.....
Ing. Manuel Chavesta Custodio, Dr.
Presidente

.....
Ing. Karín Begazo Curie
Miembro

.....
Ing. Mary Flor Cesare Coral, Mg.Sc.
Miembro

.....
Ing. Carlos Rafael Vargas Salas
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos, tíos, abuelos, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

A mis amigos, quienes siempre me alentaron a terminar este trabajo.

Muchas gracias.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
PRESENTACIÓN	
INTRODUCCIÓN	1
I. CAPITULO UNO	3
1.1 Descripción de la empresa	3
1.1.1 Ubicación	3
1.1.2 Actividad	3
1.1.3 Misión y visión de la empresa	4
1.1.4 Organización	4
1.2 Descripción de la experiencia	5
1.2.1 Actividad profesional desempeñada	5
1.2.2 Propósito del puesto	7
1.2.3 Nombre original del estudio objeto del informe	7
1.2.4 Resultados obtenidos	8
II. CAPITULO DOS	9
2.1 ¿Por qué es necesario estudiar la huella de carbono?	9
2.2 Beneficios del bambú	11

2.3	Cálculo de emisiones del bambú	12
2.3.1	Lugar donde se realizó el trabajo	12
2.3.2	Actividades	15
2.3.3	Alcance	14
2.3.4	Metodología basada en el cálculo	17
III.	CAPITULO TRES	19
3.1	Resultados del cálculo	19
3.2	Absorción de CO2 por bambú	24
3.3	Emisiones totales	25
3.4	Reducción de emisiones	26
3.5	Compensación de emisiones	27
	CONCLUSIONES	31
	RECOMENDACIONES	32
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
	ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Obras realizadas por ABG dentro de la mina Shougang Hierro Perú.	4
Tabla 2: Situación de las plantaciones de bambú en el distrito de La Florida	14
Tabla 3: Emisiones por suministros para mantenimiento y extracción	22
Tabla 4: Emisiones por suministros para un vivero	22
Tabla 5: Comparativo en absorción de carbono en <i>Guadua angustifolia</i>	24
Tabla 6: Calculo Total de emisiones de la plantación de bambú año 2016	26
Tabla 7: Descripción de montos y toneladas de CO2 generadas por proyecto	28
Tabla 8: Emisiones Totales considerando las recomendaciones	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama base para la designación de personal.	4
Figura 2: Potencial uso del Bambú	12
Figura 3: Mapa de ubicación de La Florida	13
Figura 4: Secuencia de actividades para la elaboración del inventario de GEI	14
Figura 5: Mapa de proceso de la producción de cañas de bambú.	16
Figura 6: Fórmula para el cálculo de emisiones por consumo de energía eléctrica	19
Figura 7: Fórmula para el cálculo de emisiones por el servicio de Transporte	20
Figura 8: Fórmula para el cálculo de emisiones por Suministros adquiridos.	21
Figura 9: Fórmula para el cálculo de emisiones de las perdidas por transporte	23
Figura 10: Fórmula para el cálculo de las emisiones asociadas	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha de entrevista	37
Anexo 2: Resumen de respuestas	39
Anexo 3: Cantidades de kWh consumidas al año por productor	40
Anexo 4: Factores de emisión para carga de mercancías	40
Anexo 5: Consumo de combustibles de empresas para generación térmica:	41
Anexo 6: Fotografías de la visita	42

RESUMEN

La medición de gases de efecto invernadero (GEI) se realiza mediante la huella de carbono que mide el impacto que tiene una empresa ante el medio ambiente. Una alternativa para la captura de emisiones generadas por las actividades de una empresa son las plantaciones forestales, gracias a su capacidad de absorber carbono. En este caso se utilizó *Guadua angustifolia* al ser una planta muy versátil, de rápido crecimiento y de utilidad múltiple, estableciendo sistemas de conservación y producción que permiten la captura de carbono, a través de productos con valor agregado, mitigando de esta forma el cambio climático.

El presente trabajo busca determinar cuánto carbono genera la producción de bambú y hallar alternativas para reducirlas. Al mismo tiempo, establecer cómo esta reducción de emisiones por la plantación puede ayudar a compensar las generadas por otras empresas.

Palabras claves: Huella de carbono, bambú (*Guadua angustifolia*), La Florida Cajamarca, inventario de gases de efecto invernadero, emisiones G.E.I.

ABSTRACT

Greenhouse gas (GHG) measurement is made applying the carbon footprint that measures a company's impact on the environment. One alternative for capturing emissions generated by a company's activities is forest plantations, leaned on their ability to absorb carbon. In this case *Guadua angustifolia* was used, as it is a very versatile plant, fast growing and ample usefulness, establishing conservation and production systems that allow the capture of carbon, through products with added value, besides its mitigation effect on climate change.

This work seeks to determine how much carbon bamboo production generates and find alternatives to reduce them. At the same time, establishing how this reduction in emissions by planting can help offset those generated by other companies.

Keywords: Carbon footprint, bamboo (*Guadua angustifolia*), La Florida Cajamarca, greenhouse gas inventory, GHG emissions.

PRESENTACIÓN

El presente documento constituye el Trabajo de Suficiencia Profesional, que tiene como propósito demostrar el desempeño profesional, y representa uno de los requisitos académicos de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para otorgar el título de Ingeniero Forestal.

En el período 2013-2020 se realizaron trabajos para la empresa Abengoa Perú (ABG), desempeñando diversas labores y cargos, acordes a la naturaleza de los proyectos, y supeditados a los compromisos ambientales de los clientes. ABG es una compañía internacional especializada en ingeniería y construcción industrial en los sectores de transmisión y distribución de energía, instalaciones e infraestructuras para todo tipo de plantas industriales y de generación energética, y otras líneas relacionadas. Tiene como misión crear soluciones tecnológicas innovadoras para el desarrollo sostenible en los sectores de infraestructura, energía y agua contribuyendo al bienestar social.

Los siguientes párrafos se mencionan; actividades propias del desempeño profesional asumidas en distintos cargos funcionales.

En la realización de las obras de construcción constantemente se ve afectado el medio ambiente debido a la naturaleza de las actividades realizadas, ya que en muchos casos se deben intervenir áreas naturales que no han sido afectadas previamente. Parte de las labores consistía en el seguimiento y prevención de los impactos ambientales generados por la construcción que realizaba la empresa. Como parte de las actividades realizadas por el área de medio ambiente se tenía que estar a cargo de planificar, ejecutar y hacer el seguimiento a la reubicación de especies vegetales; en el proyecto de la línea de transmisión de Cotaruse – Las Bambas (departamento de Apurímac) se debió realizar el retiro de árboles de la franja de servidumbre que correspondía a la línea de transmisión, a fin de cumplir con lo estipulado acerca de las distancias de seguridad. En el proyecto realizado en Marcona – Ica, para la mina Shougang Hierro Perú (SHP) se debió trasladar a las tillandsias y cactáceas, hacia áreas donde no se vieran afectadas por la construcción.

Durante la realización de las actividades, se realizaban observaciones referidas al incumplimiento de uno de los objetivos ambientales propuestos por la empresa: la

reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Por la naturaleza de las obras no era posible reducir las emisiones de carbono (incluyendo: reducción/suspensión de actividades, cambio de los recursos adquiridos y modificación de lo planteado en la oferta). Se analizaron diversas formas de reducción de emisiones como: uso de aditivos para combustibles en los vehículos y maquinarias, disminución de personal foráneo, etc.; sin embargo, ninguna ofrecía los resultados pretendidos. Por este motivo se optó por compensar las emisiones generadas.

Esta solución consistía en buscar la manera en que este carbono capturado por la plantación pueda servir para compensar lo generado por ABG. Para este fin se buscó una plantación de la cual se tuviera información y una buena comunicación con los productores, lo que permitiría obtener datos de manera más confiable. En tal sentido, por encargo de ABG se realizó la medición de la huella de carbono de las plantaciones de bambú (*Guadua angustifolia*) del distrito de La Florida, provincia de San Miguel, Región de Cajamarca, con la finalidad de proponer alternativas que maximicen la captura de CO₂ y reduzcan las emisiones producidas. Ello se tradujo en evaluar el balance de los GEI emitidos y absorbidos por la plantación de bambú a fin de analizar la posibilidad de que sirvan en la compensación de las emisiones generadas por las actividades de ABG.

INTRODUCCIÓN

La huella de carbono es una herramienta que permite calcular todas las emisiones de Gases de Efecto Invernadero causadas directa o indirectamente por un individuo, organización, evento o producto. Muchas organizaciones tienen un compromiso ambiental bien definido; sin embargo, son pocas las que puedan estimar con exactitud cuál es el impacto de sus actividades en el planeta, el poder realizar esta tarea permite determinar formas de enmendar el daño realizado. ABG calcula las emisiones de sus proyectos, pero encuentra dificultades al determinar formas de disminuirlas, debido a esto busca nuevas formas de compensar las emisiones generadas por sus actividades.

Con este fin se propone usar las emisiones absorbidas por las plantaciones de bambú de La Florida, Cajamarca. El bambú posee características ideales para la captura de carbono y al mismo tiempo las cañas han sido usada por muchos años para la construcción, al poseer propiedades comparables con especies maderables. En otros países se ha desarrollado mucho más el potencial del bambú por lo que es importante resaltar sus cualidades. Al ser un bosque dinámico, lo que lo hace favorable para la captura de carbono ya que se regenera todo el tiempo, se hace necesario saber cuantificar las emisiones de los procesos involucrados en la explotación y transporte de las cañas de bambú para poder asegurar que es un proceso sostenible.

El cálculo de emisiones se realizó siguiendo los estándares de ABG, la metodología basada en el cálculo en la cual se determinan los factores de emisión considerando la menor incertidumbre posible. La estimación de gases generadas por la explotación y distribución primaria de bambú resulta poco significativa en comparación con la cantidad de CO₂ que es absorbido por las plantaciones, este balance positivo permite usar esta cantidad excedente de carbono capturado para remediar lo generado por los proyectos de ABG.

El objetivo de este trabajo es realizar la medición de la huella de carbono de las plantaciones de bambú (*Guadua angustifolia*) del distrito de La Florida, provincia de San Miguel, Región de Cajamarca. Evaluar el balance de los GEI emitidos y absorbidos

por la plantación de bambú a fin de analizar la posibilidad que sirvan como compensación de las emisiones generadas por las actividades de ABG y proponer alternativas que maximicen la captura de CO₂ y reduzcan las emisiones producidas.

I. CAPITULO UNO

1.1 Descripción de la empresa

Abengoa Perú, es una empresa de ingeniería y construcción fundada en el año 1994. Posee un equipo humano emprendedor, altamente cualificado y en continuo proceso de formación, cuenta con un sistema integrado de gestión certificado en las normas ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.

Pertenece a Abeinsa, cabecera del grupo de negocio de Ingeniería y Construcción Industrial de Abengoa. Abengoa es una empresa tecnológica que aplica soluciones innovadoras para el desarrollo sostenible en los sectores de infraestructuras, medioambiente y energía.

1.1.1 Ubicación

La ubicación fiscal de ABG Perú se encuentra en Canaval y Moreyra 562, San Isidro, sin embargo, los proyectos que realiza se encuentran en diferentes partes del Perú. Por ejemplo, en la actualidad se desarrollan proyectos en la refinería de Talara de Petroperú, en las estaciones de la mina de Southern Copper Corporation, Moquegua, dentro de la Mina SHP, Marcona, etc.

1.1.2 Actividad

Las actividades desarrolladas por el Grupo son las siguientes:

El diseño, la ingeniería, la dirección de obra, la construcción, la instalación y la puesta en marcha de: líneas de transmisión y subestaciones eléctricas; centrales hidroeléctricas; obras hidráulicas (canales); obras de saneamiento; plantas de tratamiento de agua y desagüe; montajes electromecánicos y obras civiles.

1.1.3 Misión y visión de la empresa

Misión:

Abengoa Perú es una empresa de ingeniería y construcción que proporciona soluciones integrales a sus clientes, con especial atención a proyectos de obra civil, hidráulica y electromecánica, aportando valor a sus accionistas, clientes y empleados mediante su modelo de gestión, con énfasis en la responsabilidad social y contribución al desarrollo sostenible. (Abengoa Perú, s.f., párr. 1).

Visión:

Ser un líder en Perú en ingeniería y construcción en infraestructuras de energía, agua e instalaciones industriales y en concesiones de líneas de transmisión reconocido por su contribución al desarrollo sostenible y su compromiso con la seguridad, calidad y responsabilidad social. (Abengoa Perú, s.f., párr. 2).

1.1.4 Organización

Abengoa Perú se organiza de acuerdo con lo descrito en la Figura N°1, cada proyecto tiene una organización autónoma, sin embargo, las áreas dependen del apoyo de la oficina principal:

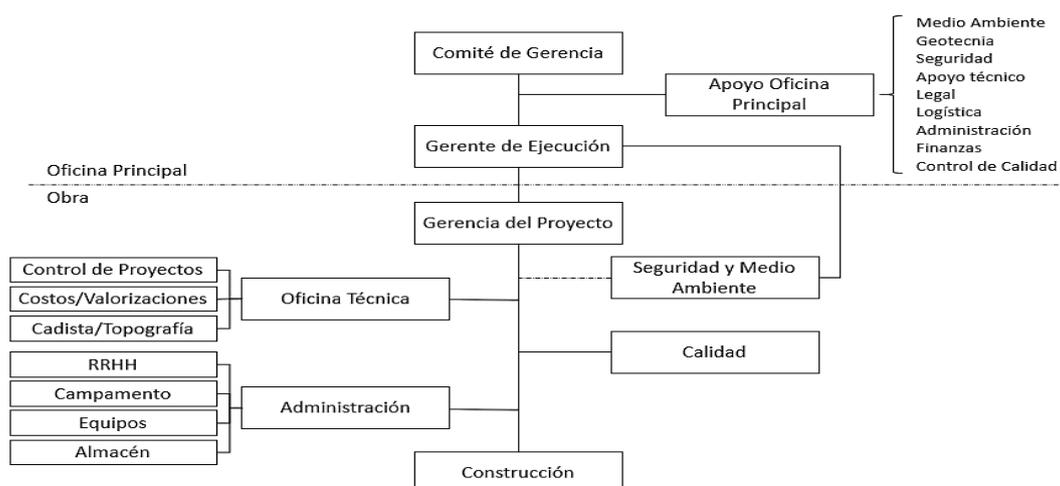


Figura 1: Organigrama base para la designación de personal

Fuente: Departamento ofertas de ABG.

1.2 Descripción de la experiencia

Abengoa realiza diversos proyectos constructivos en diferentes departamentos Perú, como parte de las actividades de construcción se realizan cambios a los entornos naturales en los que se llevan a cabo las obras, en muchos casos dentro de las actividades realizadas se deben intervenir áreas susceptibles en las que se realizan solo los cambios necesarios para no afectar los procesos naturales que ocurren ahí. De lo contrario si se realizan modificaciones no contempladas en las previsiones de trabajo las áreas deben ser restauradas y quedar igual o mejor de cómo se encontraron antes de realizar cualquier actividad, es debido a esto que el coordinador/responsable ambiental de obra debe estar presente antes de iniciar actividades, para verificar el área entregada, durante la ejecución de la obra, para supervisar que se cumpla con los compromisos ambientales y al finalizar la obra, para liberar el área antes de ser entregada al cliente.

1.2.1 Actividad profesional desempeñada

Como responsable ambiental de obra, las actividades realizadas giran en torno a salvaguardar el ambiente, previo al ingreso a la obra se debe tener claro los alcances de esta, revisión del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), los compromisos ambientales adquiridos, para preparar la documentación necesaria (plan ambiental, procedimientos, protocolos, matriz ambiental base).

El proyecto de construcción de la Línea de transmisión Cotaruse – Las Bambas, debido a la naturaleza de la obra, se debía trabajar en áreas alejadas, que eran vulnerables a los cambios que se debían realizar, las torres se encuentran ubicadas en la parte alta de los cerros, en algunos se debieron colocar desviadores de aves, ya que había zonas donde se identificó la presencia de cóndores (*Vultur gryphus*), debido a esto se hicieron modificaciones al EIA. Asimismo, al ser zonas sensibles luego de terminar las actividades se debía volver a colocar los pastos que fueron retirados en la excavación, ya que de lo contrario estas superficies en la época de lluvia se podrían desprender al no tener la vegetación que ayuda a evitar la erosión.

Como parte de las actividades definidas en el EIA también se consideraba el retiro de los árboles que se encontraban en la franja de seguridad, y la reposición de los árboles en otros sectores lejos de la línea de transmisión. Para esta actividad se debió realizar el

inventario de los árboles que se encontraban en el área. El retiro lo realizó la comunidad en coordinación con la municipalidad, y los árboles cortados fueron dispuestos por los pobladores como leña.

Las siguientes obras se realizaron en la ciudad de Marcona, Ica. Como parte de los trabajos para la obra de ampliación de operaciones de la Minera Shougang Hierro Perú. El proyecto se segmenta en diferentes paquetes los cuales fueron propuestos por el cliente, cada paquete tiene asignado actividades específicas, ABG se adjudicó 5 obras las cuales se precisan en la Tabla 1.

Tabla 1: Obras realizadas por ABG dentro de la mina Shougang Hierro Perú

Paquete	Descripción de obra
Paquete 4	Ingeniería y construcción de una planta de chancado secundario y stock de mineral primario.
Paquete 5	Implementación de fajas transportadoras de bajada, principales y secundarias
Paquete 13	Obras para Habilitación de Energía de 13.8/4.16 kV - Nueva Planta Desalinizadora 30,000 m ³ /día.
Paquete 7	Trabajos complementarios en Obras Civiles para la Nueva Planta de Beneficio – Zona 3 (Filtros).
Paquete 10	Obras Eléctricas del Paquete 7, Proyecto Ampliación Shougang Área 1: Edificio Principal (HPGR, Molienda, Separación Magnética, Flotación, Fajas).

Fuente: Elaboración propia

Las actividades más resaltantes realizadas en estos proyectos fueron hacer seguimiento al cumplimiento del EIA, el control de impactos ambientales y realizar los informes correspondientes para el cliente y ABG.

Dentro del plan de manejo del EIA, se encuentra especificado la reubicación de especies, en este caso se debía reubicar las formaciones vegetales de tillandsiales y lomas considerado ecosistema frágiles al presentar especies endémicas. Para esta tarea se realizó el retiro de toda la flora que se encontraba dispersa dentro del área de impacto directo, esta actividad se realizó previa al movimiento de tierras. Las especies retiradas fueron reubicadas a un área determinada por el cliente, se tuvo un aproximado de 70 por ciento de éxito en la reubicación, las especies que se vieron más afectadas fueron las que no pertenecían al lugar, es decir trabajadores tenían áreas donde colocaban especies exóticas, estas al no tener el ambiente artificial adecuado fueron las que no se adaptaron

al cambio, en el caso de las tillandsias y cactáceas al ser especies agrestes se adaptaron mejor al traslado de área.

En este proyecto también se debió hacer hincapié en el cuidado de la fauna autóctona, dado que la obra se encontraba adyacente de la Reserva Nacional San Fernando, hábitat del guanaco (*Lama guanicoe*) especie catalogada en peligro crítico, y el zorro (*Dusicyon culpaeus*), quienes continuamente merodeaban las zonas de trabajo. Debido a ello se establecieron reglas de convivencia a fin de afectar lo menos posible las actividades habituales de estas especies.

1.2.2 Propósito del puesto

La función del responsable ambiental se orienta a prevenir los impactos ambientales negativos y promover la corrección voluntaria de los incumplimientos de obligaciones ambientales, con el objetivo de garantizar una adecuada protección ambiental.

1.2.3 Nombre original del estudio objeto del informe

Como parte de los objetivos ambientales de los proyectos se solicita un plan de reducción de emisiones el cual consiste en elaborar un método para disminuir en 15 por ciento las emisiones generadas por la obra, sin embargo, este objetivo no se pudo cumplir en los primeros proyectos, una de las primeras actividades que se realizaron para este fin fue recortes de vehículos (camionetas); a inicio de obra se contaban con 15 reduciéndose a 8, pero no hubo mayor cambio ya que los vehículos que quedaron realizaban ahora más actividades y empezaron a consumir más combustible, pues debían relevar a los vehículos que fueron retiradas. Otra actividad fue el uso de aditivos (LIQUI MOLY) pero las camionetas no mostraron mayor eficiencia con su aditamento, lo que conllevó a limitar su uso.

En el proyecto Las Bambas se contrató mano de obra local, como medida para disminuir emisiones ya que eso reducía el traslado de este personal fuera de obra, esta actividad se pudo dar gracias a que se implementó la escuela de linieros, en la que capacitaron a personal de la zona para realizar actividades que fueran requeridas en la construcción de la obra, pero en los proyectos realizados en Shougang Hierro Perú no se podía realizar esta actividad, ya que al ser un proyecto con características especiales era

muy difícil contratar a personal no especializado y sin experiencia, principalmente para los trabajos mecánicos y eléctricos.

Debido a este incumplimiento se propuso como acción de mejora la alternativa de usar el carbono secuestrado por bosques productivos para que se aprovechen en la compensación de las emisiones producidas en las actividades de los proyectos de ABG. Esta idea quedo como propuesta al área de medio ambiente para poder ser presentada a la gerencia de construcción para futuras obras. Finalmente, se optó por la plantación de bambú por ser dinámica debido a la explotación constante del bambú se vuelve más beneficioso para el secuestro de carbono ya que se regenera constantemente, siendo necesario determinar la huella de carbono del bambú en La Florida por ser una plantación con acceso a información, para la explotación de las cañas específicamente de las tareas de explotación y trasporte de las cañas a la ciudad de Chiclayo, para su venta.

1.2.4 Resultados obtenidos

Con el análisis de las emisiones del proceso aprovechamiento de las cañas de bambú, se puede comprobar que absorbe mucho más carbono del que emite, dejando que este balance positivo pueda servir para compensar emisiones de cualquier otra empresa.

II. CAPITULO DOS

2.1 ¿Por qué es necesario estudiar la huella de carbono?

Actualmente la problemática ambiental ha ganado protagonismo a causa de los impactos ambientales negativos generados en el entorno, viéndose ello reflejado en las excesivas olas de calor y frío, así como sequías e inundaciones, períodos de registros extremos que han generado desastres naturales destructivos de los sistemas productivos y causantes de pérdidas humanas. Por mucho tiempo prevalecieron las posiciones optimistas que sostenían que la naturaleza se restablece sola; sin embargo, datos científicos nos indican que la capacidad de producción que sustentan la economía global está por llegar a un punto irreversible debido al acelerado aumento en la atmósfera de los GEI que conducen al calentamiento global.

Se ha comprobado que el aumento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera afecta el clima de la Tierra, aunque hay discrepancia en la magnitud global y local de los impactos y el tiempo en que ocurrirán estos. El conocimiento de la magnitud de las emisiones de los GEI mediante la elaboración de inventarios, los medios para reducirlas y/o las adaptaciones para enfrentar el calentamiento global de la Tierra juegan un papel preponderante para mejorar nuestro entendimiento de las implicaciones sociales, económicas y políticas de este efecto, indica Flores-Velázquez, *et al.* (2010).

Como parte de los compromisos ambientales que adoptaron los 187 países que ratificaron el Protocolo de Kioto en el año 2009, fueron establecidas cuotas de reducción de las emisiones de GEI para cada país, y sus entidades dependientes, Es así como nace el concepto de la huella de carbono que se define como, el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO₂ equivalente, y sirve como una útil herramienta de gestión para conocer las conductas o acciones que están contribuyendo a aumentar nuestras emisiones, cómo podemos mejorarlas y realizar un uso más eficiente de los recursos (MMA, s.f., párr. 2).

Los GEI pueden ser reducidos por diferentes medios, uno de ellos es mediante el cultivo de plantas, por tener estas la capacidad de absorber el carbono del aire. En este caso se propone al bambú para ser utilizado en la captura de CO₂. Cruz (2009) describe que el crecimiento de la guadua es mucho más rápido que otras especies forestales, al poseer un rizoma paquimorfo, el cual es un órgano de almacenamiento permanente de productos de la fotosíntesis, que fija un porcentaje importante de CO₂, con la ventaja de que no es removido con la cosecha, se planta una sola vez y con buen manejo se convierte en una plantación eterna; de ella se pueden obtener una gran cantidad de productos transformados de larga duración, debido a esto se estaría fijando el CO₂ por largos periodos de tiempo.

De acuerdo con el estudio de Riaño *et al.* (2002), el 90 por ciento de la biomasa de *Guadua angustifolia*, es almacenada en los culmos y rizomas en maduración. Al tratarse de una planta C₄, que primero fija el carbono mediante un compuesto de 4 carbonos (oxaloacetato) para luego mediante el descarboxilado liberar CO₂ que será fijado por el ciclo de Calvin, gracias a este proceso presenta altos ratios de crecimiento por lo cual atrapa grandes cantidades de carbono atmosférico.

Esta versatilidad es una ventaja respecto a otras especies forestales. Como se puede ver la *Guadua angustifolia* presenta un gran potencial para la formulación de proyectos de MDL (Mecanismos de Desarrollo Limpio), y con ellos se convierte en una fuente adicional de ingresos para los cultivadores de bambú y sobre todo para que nuevas áreas sean plantadas, debido a que estos proyectos hacen más rentable su cultivo. (Arango, 2011).

El cálculo de las emisiones permite diferenciar las capacidades del bambú para el secuestro de carbono y los beneficios no solo ambientales, ya que apenas genera emisiones al ser extraída y comercializada mediante procesos artesanales, que generan empleo y mejoran la calidad de vida de los productores. Al mismo tiempo el resultado de este estudio ha servido para que la empresa cuente con información técnica veraz y pueda determinar su uso en la compensación de emisiones de GEI producto de sus actividades.

2.2 Beneficios del bambú

El bambú es uno de los recursos forestales no maderable con grandes cualidades que lo hacen muy atractivo tanto como producto como por los beneficios ambientales que se pueden obtener de ellos. Todas estas características hacen que las plantaciones de guadúa con un tratamiento silvicultural apropiado pueden estar en constante aprovechamiento de cañas generando beneficios que puede mantenerse a perpetuidad, ya que ayuda a la regeneración natural y proporciona ingresos a los dueños del guadual, convirtiéndose en una producción sostenible.

Esta gramínea leñosa cuenta con propiedades físico-mecánicas, que lo transforman en material perfecto para construcciones de edificaciones.

Su flexibilidad lo hace antisísmico. En Costa Rica, durante el terremoto en Puerto Limón de 1991, las únicas viviendas que resistieron fueron las construidas con bambú. Otra ventaja más: las viviendas de bambú aíslan del frío, del calor y del ruido por las cámaras de aire que forman los troncos de bambú. Los troncos de bambú también se utilizan para hacer paneles prefabricados, que resultan más resistentes, flexibles y livianos que los convencionales. (Rodríguez, 2006).

En la Figura 2 se observan los diversos usos que se le puede dar al bambú y así potenciar las plantaciones y su producción.

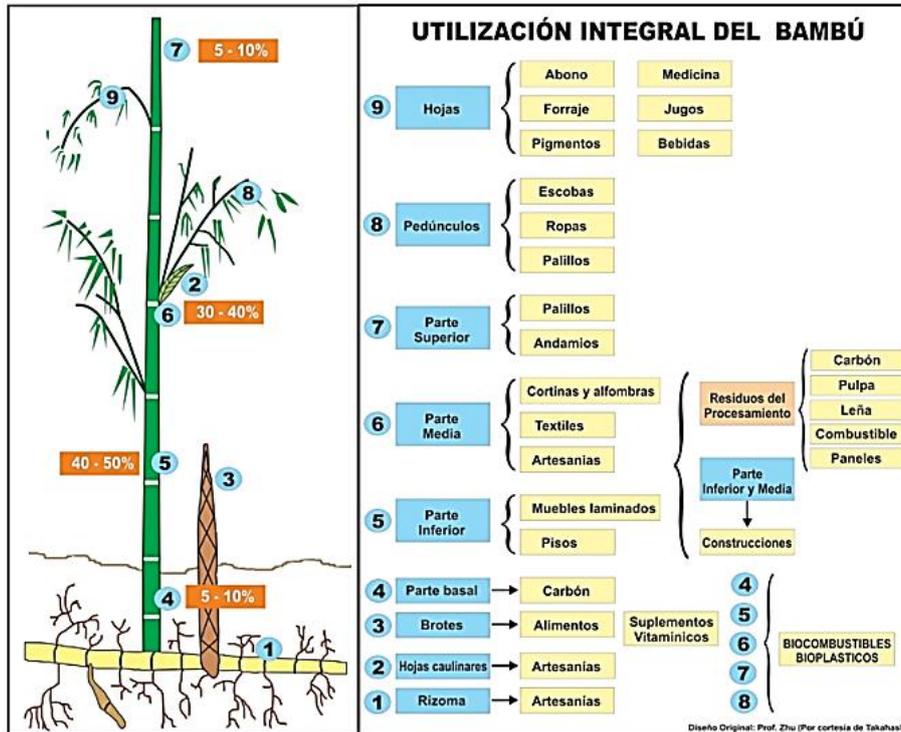


Figura N° 2 Potencial uso del Bambú

Fuente: MINAGRI - Plan Nacional del Bambú, 2008.

Como beneficios ambientales que se obtienen del bambú se considera su capacidad de almacenamiento de agua; ya que en época de lluvia el agua queda acumulada en su sistema rizomático, en los entrenudos del tallo y en el suelo poroso que el mismo gradual genera y en época seca esta agua se infiltra poco a poco en el suelo, lo que ocasiona la regulación de los caudales. Otro beneficio para considerar es que gracias a sus rizomas y raicillas crean una malla que sirven como sistema de contención que amarran el suelo previniendo la erosión, es por este motivo que es muy utilizada en las laderas de cuenca como muros biológicos de contención. (Betancourt *et al.*, 2009).

2.3 Cálculo de emisiones del bambú

2.3.1 Lugar donde se realizó el trabajo

Los plantíos de bambú se localizan en el distrito de La Florida, provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca, como se puede ver en la Figura 3, a 1200 m.s.n.m. El distrito abarca un área aproximada de 61,33 km² (INEI, 2009); limita con el distrito de Niepos al sur, al norte con el distrito Catache, al este con el distrito de Calquis y al

oeste con el distrito de Oyotún. Esta provincia se encuentra dentro de la cuenca del río Zaña, que pertenece a la vertiente del Pacífico.

Se estima que la cuenca presenta más de 1000 ha de bambú, las cuales se han establecido a manera de plantación desde hace unos 70 años, sembrada a partir de fragmentos gruesos de tallo con rizomas ya desarrollados, por los dueños de los fundos. Es decir, se trata de extensiones de bambú no naturales.

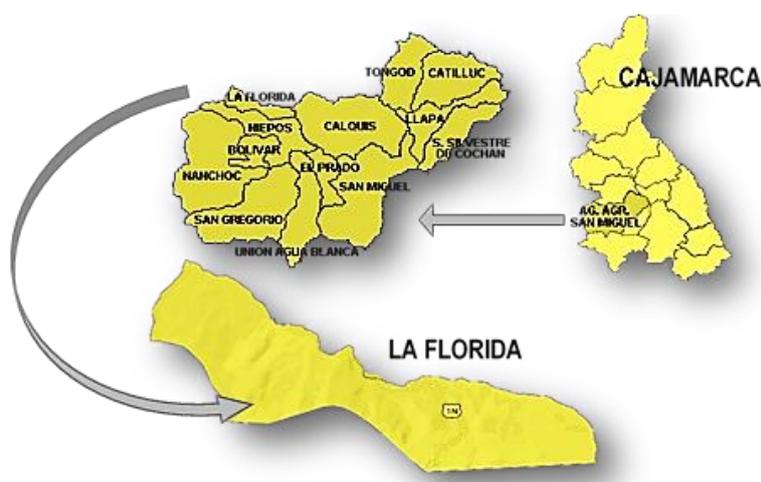


Figura 3: Mapa de ubicación de La Florida

Fuente: Elaboración propia

Desde la parte inferior de la cuenca se puede distinguir pequeños rodales o manchas por predio; sin embargo, la entrada a La Florida es exuberante, ofrece un paisaje distinto donde el elemento predominante es el bambú (*Guadua angustifolia*), como se puede observar en el Anexo 6, pero no siempre fue así, el pueblo de La Florida inicialmente fue productor de café, arroz, plátano y algunos frutales, sin embargo, reconoció en la caña de bambú una oportunidad económica.

En la Tabla 2 se presenta las plantaciones de bambú datos que utilizan para proyectar los datos obtenidos en las entrevistas y poder calcular la cantidad de emisiones que el bambú libera y las cantidades que podría capturar si se potencia la producción de bambú en la zona.

Tabla 2: Situación de las plantaciones de bambú en el distrito de La Florida

Caseríos que cuentan con plantaciones de bambú	N° de productores de bambú	Área Total (ha)	Área con bambú (ha)	Área disponible para plantar bambú
Agua Azul	45	600	4	25
C.P. La Laja	128	800	60	61
Limoncillo	36	500	70	36
Montaña de Seques	30	500	10	55
Pampa de Seques	35	600	7	74
La Florida	420	3000	95	320
Total	694	6000	246	571

Fuente: Programa de Sierra Exportadora 2012

2.3.2 Actividades

Para la elaboración del inventario de GEI se deben identificar todas las actividades llevadas a cabo en el exterior, procesos, servicios e impactos involucrados en la explotación y traslado del bambú, en la Figura 4 se define la secuencia en la que se realizaron las actividades para obtener la huella de carbono del bambú. Al ser el bambú una especie con muchos beneficios y de gran potencial es imprescindible conocer si su aprovechamiento genera emisiones contaminantes en su proceso de extracción y transporte. Por ello, se requiere conocer cuáles son los procesos en lo que se dan estas actividades y que materiales son utilizados en su explotación.

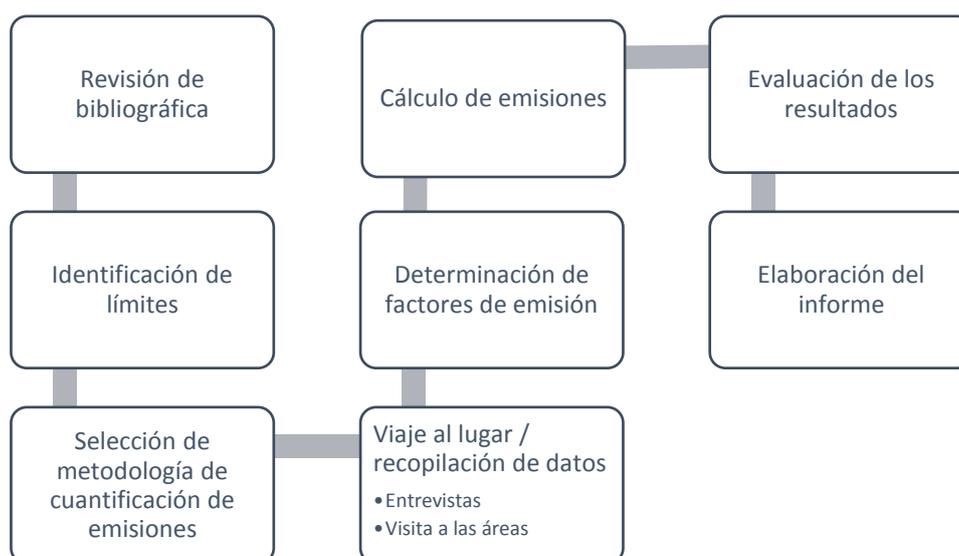


Figura 4: Secuencia de actividades para la elaboración del inventario de GEI

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Alcance

Para poder establecer el inventario GEI de cada proceso se debe fijar el alcance de este; es decir, determinar dónde empieza y termina cada proceso, cuáles son los aspectos involucrados (entradas y salidas).

Establecimiento del Año Base. - Para la preparación de este reporte se plantea como año base el año 2016 (considerando el año anterior a la fecha en la que se recopilaron los datos).

Proceso de producción del bambú. - Se realizaron 5 entrevistas a diferentes pobladores de la localidad con el fin de identificar los alcances requeridos para la elaboración del informe, las respuestas de estas conversaciones fueron similares en cuanto a los métodos de explotación y distribución primaria, los implementos utilizados, la manera de realizar el mantenimiento, retiro de las cañas de bambú y comercialización, como se puede ver en el Anexo 6, Figura A6 y Figura A7.

Con las informaciones obtenidas en las entrevistas hechas a los productores de bambú se elabora la Figura 5, la cual describe el proceso de obtención de las cañas de bambú para su aprovechamiento y traslado a Chiclayo.

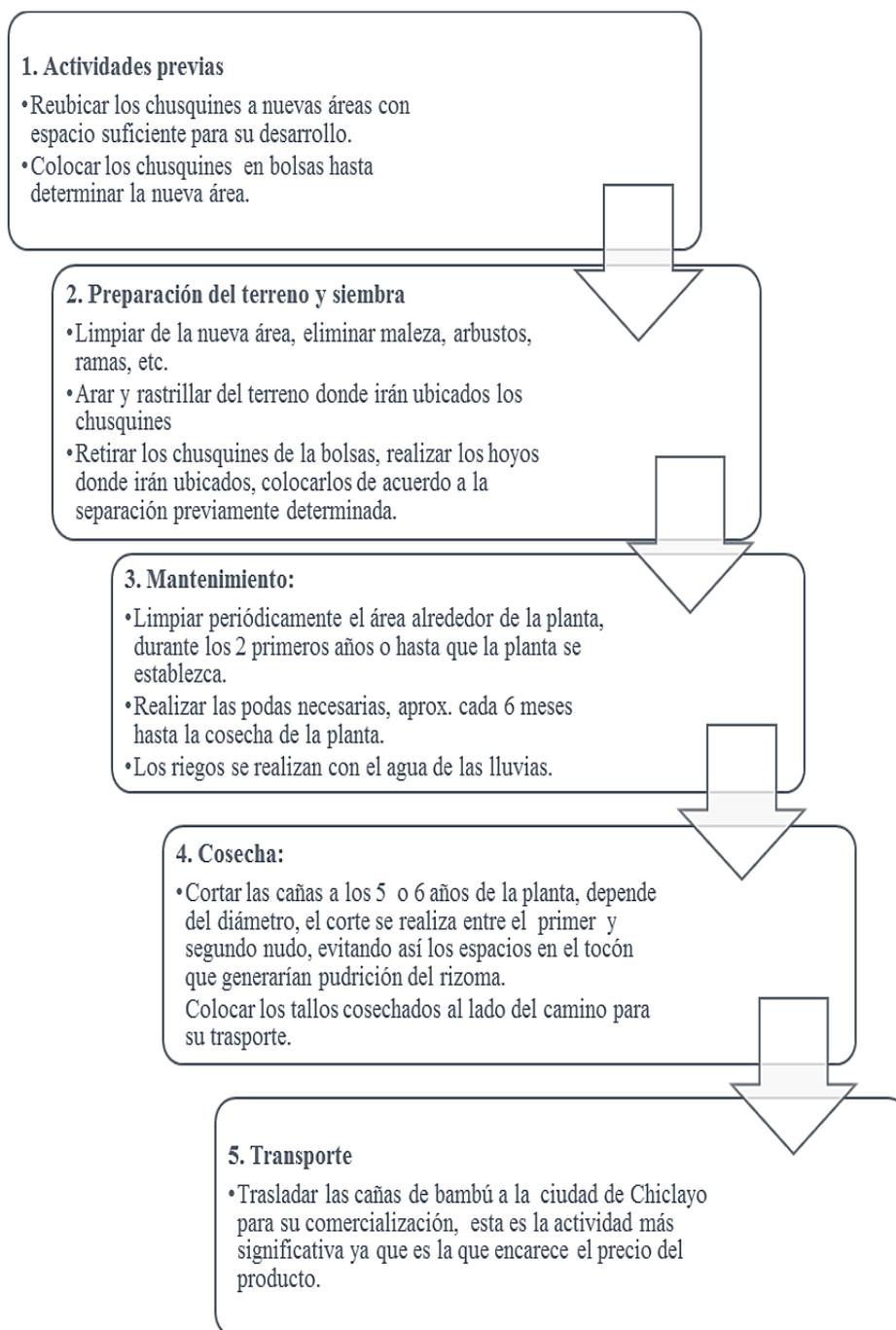


Figura 5: Mapa de proceso de la producción de cañas de bambú

Fuente: Elaboración propia.

Alcance en el cálculo de emisiones

De las entrevistas realizadas se determinaron los límites y que parámetros se deben considerar en la realización del trabajo, las preguntas realizabas iban dirigidas a como se realiza el proceso de siembra y extracción, los insumos utilizados e identificación de todas las actividades que conlleva al aprovechamiento del bambú. En el Anexo 1 se

pueden observar la relación de preguntas realizadas en las entrevistas y en el Anexo 2 las respuestas emitidas por los entrevistados.

Unidad Funcional

Para el este trabajo se considera como unidad funcional: una hectárea (ha) de la plantación de bambú, este dato nos servirá de referencia para calcular las emisiones lo que permitirá compararlos con las emisiones absorbidas.

2.3.4 Metodología basada en el cálculo

Para el cálculo de las emisiones, ABG sigue los requisitos específicos de la norma UNE-ISO 14064-1, para cumplir con esto se cuenta con la Norma NOC-05/003 – Gestión de calidad y medio ambiente. Gestión de la sostenibilidad. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

La expresión general utilizada para cuantificar las emisiones de GEI a partir de factores de emisión es la siguiente:

$$E_i = DA \times FE_i \times (1 - ER_i/100)$$

E_i = Emisión de la sustancia i

DA = Dato de la Actividad; es decir, parámetro que define el grado de actividad de la instalación y al que se encuentra referido el factor de emisión correspondiente. Ejemplos de datos de actividad son: el consumo de combustible de una caldera, el consumo de una materia prima, la distancia recorrida de un vehículo, etc.

FE_i = Factor de Emisión de la sustancia i , que se define como la cantidad de sustancia i emitida por cada unidad del parámetro Dato de la Actividad.

ER_i = Eficacia del equipo de depuración y/o recuperación para la sustancia i , expresada en tanto por ciento. ER_i será nulo cuando no se disponga de dispositivos de depuración. Así mismo, se considerará nulo cuando FE_i lleve implícita la eficacia del sistema de depuración.

Los factores de emisión empleados para la realización del inventario GEI de son extraídos de fuentes oficiales y específicos para cada categoría de fuentes. La selección de estos factores de emisión se orienta para minimizar, en la medida de lo posible, la incertidumbre. Salvo que se disponga de claras evidencias en contrario, se asume que las funciones de densidad de probabilidad siguen una distribución normal. (ABG, 2011).

III. CAPITULO TRES

3.1 Resultados del cálculo

Alcance 1 (emisiones directas). - Se ha determinado que, para el aprovechamiento de las cañas de bambú en el distrito de La Florida, no se utilizan calderas, hornos, vehículos, etc. que sean propios, es decir de los productores. La extracción del bambú no se realiza con maquinaria ni equipos, las cañas son trasladadas a mano o con ayuda de burros desde la plantación al borde de la carretera de donde serán recogidos por los vehículos para ser trasladados a Chiclayo, como se puede ver en el Anexo 6, Figura A4 y Figura A5.

Los pobladores en su mayoría no utilizan vehículos propios para la distribución del bambú; por tanto, se establece que en el alcance 1 no se genera emisiones con los métodos de aprovechamiento y traslado para venta del bambú.

Alcance 2 (emisiones indirectas):

Para calcular esta cifra se trabajó con el factor de emisión obtenido por el SEIN (A2G Climate Partners, 2015), como se refiere en la Figura 6. Las emisiones indirectas de GEI asociadas a la generación de electricidad adquirida y consumida por los pobladores son mínimas debido a que los moradores utilizan los celulares exclusivamente para la distribución del bambú, considerando que los pobladores cuentan con celulares de baja gama, únicamente para hablar y poder hacer coordinaciones sobre lo solicitado por los clientes, fechas de entrega y coordinar con el traslado, por lo que con el consumo del celular se ha calculado los kWh. Se estimó que un celular como los que usan los pobladores consume aprox. 0.05 kW diarios y al año hacen un total de 18.25 kWh.ñ.

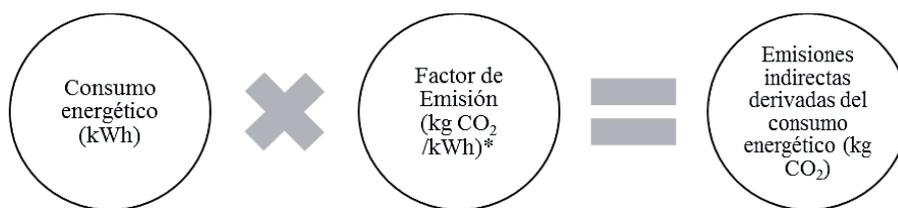


Figura 6: Fórmula para el cálculo de emisiones por consumo de energía eléctrica

(*) Factor de emisión del SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional), 2015.

Fuente: Elaboración propia.

$$(18.2500 \times 0.2611) = 4.7651 \text{ kg CO}_2$$

Emisiones generación de electricidad adquirida = 0.0048 t CO2

Alcance 3 (emisiones indirectas de terceros):

Emisiones de servicios de transporte - Carga de Mercancía. – En la Figura 7 se precisa la fórmula para el cálculo de emisiones por el transporte de las cañas a ciudad de Chiclayo. Para esta estimación se está considerando la distancia desde Chiclayo a La Florida (dato obtenido con Google Maps). Los camiones tienen una capacidad promedio de 400 cañas gruesas por viaje, o de 700 cañas intercaladas (diferentes diámetros) por viaje, según entrevistas realizadas a los productores. Cada poblador realiza al año 1 viaje, lo que representa 126 km de subida y bajada.

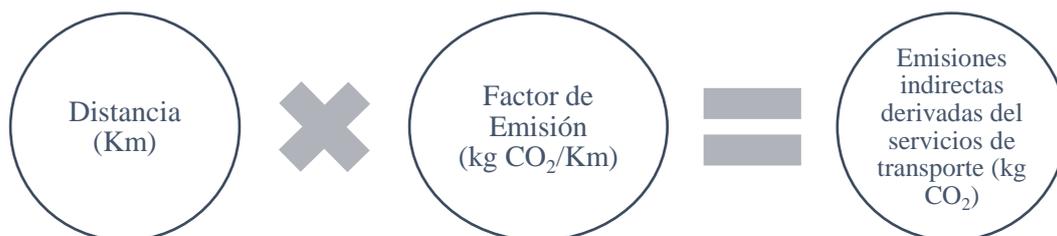


Figura 7: Fórmula para el cálculo de emisiones por el servicio de transporte

Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA) determina los F.E.i para reportes de compañías considerado el tipo de vehículo y características en las que se realiza el transporte. (Anexo 4).

Fuente: Elaboración propia.

Camión Vacío (hacia La Florida): $126 \times 0.108 = 13.6077 \text{ kg CO}_2$

Camión Cargado (hacia Chiclayo): $126 \times 0.1265 = 15.9443 \text{ kg CO}_2$

Emisiones por servicios de transporte = 0.0296 t CO₂.

Emisiones de suministros adquiridos.- Otro dato considerado en el Alcance 3 son los insumos que se usan para el cultivo, recolección, el mantenimiento de los tallos, para este cálculo se utiliza la formula descrita en la Figura 8, los factores de emisión son obtenidos del banco de información de Abengoa. Esta base de datos se realizó con la información brindada por los proveedores de ABG. En la Tabla 3 se resumen los cálculos de emisiones de los suministros para el mantenimiento y extracción de las cañas.

En el distrito La Florida se identificaron 4 viveros en los caseríos: Pampa de Séquez, Limoncito, Agua Azul y La Laja. Estos viveros fueron creados en el año 2007; con la finalidad de abastecer la demanda nacional de ciudades como: Cerro de Pasco, Olmos, Piura, Chimbote, Lambayeque, Trujillo, Cuzco, Chimbote, Amazonas y Tumbes; también para las personas de este mismo distrito que desearan sembrar. Las plantas permanecen 4 meses en vivero; en este transcurso de tiempo se genera de 4-6 brotes/bolsa para después ser trasplantados en campo (De la Cruz *et al.*, 2019), con esta información se calcula en la Tabla 4, emisiones liberadas por los suministros de los viveros.

Las emisiones procedentes de los insumos y servicios proporcionados por los proveedores han sido determinados con una metodología que aprovecha el conocimiento y la experiencia que la compañía ha recabado en este ámbito en los últimos diez años. Se ha llevado a cabo un estudio de los análisis de ciclo de vida y factores de emisión suministrados por los proveedores en los últimos años, seleccionando los de mayor calidad y menor rango de incertidumbre para obtener factores de emisión medios por cada familia de materiales (Abengoa, 2017).

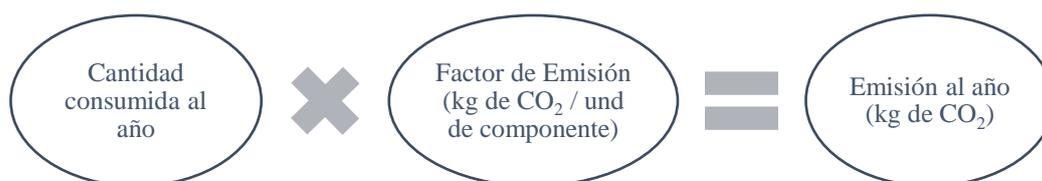


Figura 8: Fórmula para el cálculo de emisiones por Suministros adquiridos
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Emisiones por suministros para mantenimiento y extracción

Material	F.E.i (*)	Cantidad al Año	Emisión al año (kg de CO ₂) /productor
Arco sierra	13.3000	1	13.3000
Hoja de sierra	0.5300	3	1.5900
Lima	0.4855	1	0.4856
Machete	5.2348	1	5.2348
Rastrillo	10.8690	1	10.8690
Tiza	3.0173	1	3.0173
Palana	3.9529	1	3.9529
Hacha	11.9280	1	11.9280
Guante	0.3010	1	0.3014
Total			50.1934

(*) por producción de los componentes. (kg de CO₂ / und. de componente).

Emisiones por suministros = 0.0502 t CO₂.

Tabla 4 Emisiones por suministros para un vivero

Material	Unidad	F.E. _i (*)	Cantidad al Año	Emisión al año (kg de CO ₂) /productor
Manguera	metro	5.6980	15	85.4687
Palana	unidad	3.9530	2	7.9058
Arena	metro cubico	79.600	0.3	23.8800
Picos con mango	unidad	1.9980	1	1.9975
Carretilla manual c/rueda goma	unidad	28.8860	1	28.8861
Bolsa	millar	1.5530	2	3.1059
Total				151.2440

(*) por producción de los componentes. (kg de CO₂ / und. de componente).

Emisiones por suministros de los 4 viveros = 0.6050 t CO₂

Emisiones derivadas de las pérdidas durante el transporte y la distribución de energía.

Durante la generación y distribución de energía anualmente se calculan grandes pérdidas en la red nacional, siendo el Efecto Joule el más importante de ellos, (este fenómeno ocurre cuando en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía

cinética de los electrones se convierte en calor a causa de los choques que sufren con los átomos del conductor por el que circulan, elevando la temperatura de este). Este cálculo se obtiene con la fórmula descrita en la Figura 9.

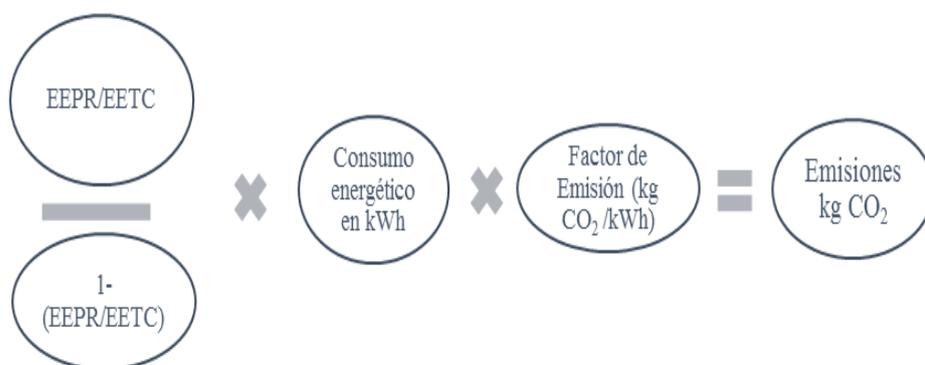


Figura 9: Fórmula para el cálculo de emisiones de las pérdidas por transporte y distribución de energía. Los datos EEPR - Energía eléctrica perdida en el transporte y distribución (GWh). EETC - Energía Eléctrica Total consumida (GWh) se encuentran descritos en el Anuario Estadístico de Electricidad 2016.

$$\frac{5483.52}{45435} / \left(1 - \frac{5483.52}{45435}\right) \times 18.2500 \times 0.2610 = 0.6540 \text{ kg CO}_2$$

Emisiones por la pérdida en la distribución de la energía = 0.0007 t CO₂.

Cálculo de las emisiones asociadas a la cadena de valor de los combustibles empleados para producir la energía consumida.– El transporte, la extracción y la producción de combustible también generan emisiones, para ello se calcula la ratio del ciclo de vida del combustible consumido. El cálculo de esta ratio se presenta en el Anexo 5. La fórmula para calcular las emisiones se encuentra descrita en la Figura 10.



Figura 10: Fórmula para el cálculo de las emisiones asociadas a la cadena de valor de los combustibles empleados para producir la energía consumida.

$$0.0762 \times 18.2500 = 1.3907 \text{ kg CO}_2$$

Emisiones asociadas a la cadena de los combustibles = 0.0014t CO₂

3.2 Absorción de CO₂ por bambú

El potencial del bambú para almacenar el carbono ha sido estudiado en muchos países donde crece naturalmente, formando bosques, por ejemplo: Rojas *et al.* (2013) midió la densidad y masas de las plantas de bambú en el bosque para estimar la cantidad almacenada en cada hectárea; concluye que cada hectárea del bosque de bambú en el Parque Nacional Carrasco en Bolivia almacena unas 100 toneladas de carbono.

Cruz (2009) indica que la *Guadua angustifolia* en una plantación comercial, sembrada a 6m x 6m y con aplicaciones de fertilización atrapa a los siete años un total acumulado de 149.9 t de carbono, con promedio anual de 21.41 t C/ha/año. En otro caso considera un bosque natural con tres niveles de regeneración natural del bosque deduciendo que con una regeneración del 7 por ciento se atrapan 9.28 t de C/año, con una regeneración del 10 por ciento se fijan 13.26 t de C/año y con una la regeneración del 15 por ciento se logra capturar 19,89 t de C/año.

Camargo *et al.*, (2010) reporta para una plantación de bambú (*Guadua angustifolia*) establecida en Pereira, Colombia en el año que la plantación mostró una capacidad de fijación de 76 t CO₂ /ha evaluada durante 7 años después de establecida, donde el 83 por ciento se alberga en la parte aérea; con promedio de 20.9 t C/ha en los 7 años de crecimiento.

Tabla 5: Comparativo en absorción de carbono en *Guadua angustifolia*

Tipo de Bosque	t C/ha año	t CO₂/ha año	Referencia
Plantación de 7 años	20.9	76.6	Camargo
Plantación Comercial 7años	21.41	78.57	Cruz
Bosque Natural al 15% de regeneración	19.89	72.99	Cruz
Bosque Natural al 10% de regeneración	13.26	48.66	Cruz
Bosque Natural al 7% de regeneración	9.28	34.06	Cruz

Fuente: Camargo *et al.*, 2010, Cruz 2009.

3.3 Emisiones totales

Las emisiones calculadas han sido determinadas con los datos obtenidos por los pobladores de La Florida, en las entrevistas realizadas a las 5 familias las respuestas en todos los casos fueron similares, respecto a la preparación del terreno, siembra, mantenimiento, aprovechamiento y transporte al cliente. También se considera la bibliografía encontrada del área en estudio.

En este trabajo no se consideran los residuos debido a que cuando se retiran las cañas son transportado limpias, sin hojas y los residuos se quedan; es decir las hojas sirven como abono para la misma plantación y alimentos de algunos animales los cuales viven en los alrededores, debido a que no hacen uso de fertilizantes, conforme al Anexo 6, Figura A8.

Considerando que los productores no conocen los fertilizantes, dosis y época de aplicación al cultivo; además no cuentan con recursos económicos para la aplicación de agroquímicos optando por abonar con la materia orgánica disponible de sus animales menores (guano de cuy y gallinaza) y pulpa de café. Mayormente realizan esta labor 1 vez al año después de la cosecha café entre los meses de septiembre y diciembre, en donde el agricultor posee mayor disponibilidad de tiempo y materia orgánica. (De la Cruz *et al.*, 2019).

En la Tabla 6 se resumen las emisiones calculadas en t CO₂, de la producción de bambú y se estima cuanto carbono se estaría absorbiendo en todo el distrito de La Florida, con estos datos se pueden estimar la cantidad de CO₂ removido por esta plantación.

Tabla 6: Calculo Total de emisiones de la plantación de bambú año 2016

Alcances	tCO₂eq	% total
Alcance 1		
Combustión móvil	0	0%
Combustión fija	0	0%
Alcance 2		
Consumo de energía eléctrica Adquirida	0.0048	5.7%
Alcance 3		
Servicios	0.0296	35.5%
Suministros	0.0502	56.3%
Perdidas en la distribución de energía	0.0007	0.8%
Emisiones CV combustibles consumidos en energía adquirida	0.0014	1.7%
Total de emisiones por productor	0.0866	100%
Suministros viveros		0.6050
Total de emisiones en el distrito de La Florida		60.7062
Cantidad de Productores en la Florida		694.0000
Hectáreas		246.0000
Emisiones /hectárea		0.2468
Absorción por hectárea - *		76.6000
CO₂ Removidos – Distrito de La Florida		18 782.8938

Fuente: Elaboración propia y *Camargo *et al.* (2010).

3.4 Reducción de emisiones

En el alcance 3 se da el mayor porcentaje de emisiones GEI, es a causa de esto que se busca la reducción de emisiones en esta sección, teniendo esto en consideración para los suministros se puede considerar la compra de estos materiales de empresas comprometidas con la reducción de emisiones en su cadena de suministro, utilizar materiales de mayor calidad, más resistentes lo que haría que su uso se más prolongado, otra opción podría ser que al comprar estos materiales sean transportados todos juntos en un solo grupo y mantener un stock, lo que generaría que el transporte de estos materiales utilice menos consumos de GEI.

En cuanto al transporte de las cañas de bambú, estas deben ser transportadas a Chiclayo para su entrega a los clientes; sin embargo, al realizar los cálculos se pudo distinguir que existe otra vía de acceso con la cual se recorren 11 kilómetros menos, con lo que se podría reducir las emisiones.

Se realizó el cálculo de las emisiones que se producirían si se usa la vía alterna para poder utilizarla en los cálculos de compensaciones al mismo tiempo habría que hacer mejoras en las vías de acceso para evitar demoras en los camiones y se debe trabajar con vehículos más eficientes, que usen biogás o biodiesel para disminuir su huella.

Calculo por reducción de Emisiones por servicios de transporte

Camión Vacío (Subida) $115 \times 0.108 = 12.4200$ kg CO₂

Camión Cargado $115 \times 0.12654 = 14.5521$ kg CO₂

Emisiones por servicios de transporte = 0.0269721 t CO₂

3.5 Compensación de emisiones

Las exigencias del mercado en torno a la gestión de negocio sostenible que implica la continuidad de los negocios y hacen que las empresas se comprometan con el desarrollo que tengan como eje lo económico, el social y la preservación del medio ambiente. Como parte del compromiso con el cambio climático las empresas orientan sus actividades a ofrecer soluciones dirigidas a la reducción de emisiones y a la eficiencia energética, y es a raíz de este enfoque es que se hace posible la continuidad de las actividades de muchas empresas, ya que por ejemplo pueden acceder a préstamos, mejorar su imagen institucional, acceder a beneficios o incentivos dependiendo de la legislación de cada país.

Para calcular cuánto CO₂ genera una obra, ABG elabora un inventario GEI desde el año 2008, a través de una aplicación interna denominada SIGS (Sistema Integrado de Gestión de la Sostenibilidad). En esta herramienta permite acopiar la información de las obras y calcular la cuantía de emisiones equivalentes de CO₂ de las obras alrededor del mundo. A continuación, se muestra las emisiones ponderadas frente a las ventas del año 2017:

Intensidad de emisiones de GEI (tCO₂eq) / Ventas: 1,8 tCO₂/k€ *

(*) incluye las emisiones de GEI de Alcance 1, 2 y 3. (Abengoa, 2017).

Como se identifica en la Tabla 7, con el dato de intensidad de emisiones se estimó la cantidad de gases GEI liberados por los proyectos que se continuaron realizando dentro de la Mina Shougang Hierro Perú en el año 2017 y 2018.

Tabla 7: Descripción de montos y toneladas de CO₂ generadas por proyecto

Proyecto	Monto \$	Monto €	k€	tCO₂
SHP -Pte. 10	15 345 482.6000	13 043 660.2000	13 043.6602	23 478.5884
SHP -Pte. 13	1 300 000.0000	1 105 000.0000	1 105.0000	1 989.0000

Fuente: Elaboración propia

Si bien el cálculo inicial de las emisiones absorbidas por el cultivo de bambú es conveniente para proyectos de menos de 10 millones de dólares, esta absorción de carbono no es suficiente para proyectos de mayor magnitud; sin embargo, considerando algunas mejoras en los procedimientos de trabajo y fomentando la producción de bambú en el área se puede atender proyectos más grandes.

Realizando la evaluación de cuantas emisiones se liberan por cada obra, se realizó un cálculo optimizando la explotación y distribución de bambú, aumentando las áreas aprovechables de bambú teniendo en cuenta lo señalado en el Inventario de bosques nativos, plantaciones y cadena de valor del bambú, de la publicación: situación de las plantaciones de bambú en el distrito de La Florida. Con esta información se proyectaron los datos triplicando la producción, mejorando el transporte, como se muestra en la Tabla 8, lo que generó más secuestro de emisiones, con lo que se puede compensar todos los Gases de Efecto Invernadero liberados en la construcción de las 2 obras de ABG realizadas en la mina SHP.

Tabla 8: Emisiones Totales considerando las recomendaciones

Alcances	tCO₂eq	% total
Alcance 1		
Combustión móvil	0	0%
Combustión fija	0	0%
Alcance 2		
Consumo de energía eléctrica Adquirida	0.0048	2.1%
Alcance 3		
Servicios	0.0981	35.7%
Suministros	0.1667	61.9%
Perdidas en la distribución de energía	0.0007	0.3%
Emisiones CV combustibles consumidos en energía adquirida	0.0014	0.6%
Total Emisiones por productor	0.2717	100.0%
Suministros por vivero		2.0092
Cantidad de Productores en La Florida		694.0000
Total de Emisiones en el distrito de La Florida		190.5700
Hectáreas		817.0000
Emisiones /hectárea (Proyección)		0.2333
Absorción por hectárea - *		76.6000
Potencial de CO₂ Removidos – Distrito de La Florida		62 391.6300

Fuente: Elaboración propia y *Camargo *et al.* (2010)

El total de gases de efecto invernadero liberados por las actividades de ABG con relación a las dos obras fue de: 25 467.5880 tCO₂.

Estimación de CO₂ removido por la plantación de guadúa de La florida con el aumento de hectáreas de cultivo y optimizando la producción:

62 391.6300 tCO₂, generando un balance positivo de 36 924.0415 tCO₂, que podrían servir para otros proyectos de la empresa.

Gracias a esta compensación de emisiones la imagen de la empresa puede mejorar al etiquetar sus proyectos como “carbono neutral” o que ha compensado sus gases de

efecto invernadero y seguir fomentando la protección del medio ambiente como una de sus prioridades.

Los productores de La Florida también serían beneficiados no solo por los beneficios ambientales que otorga el bambú, la venta de estas emisiones y también por la mayor explotación del bambú que generaría más ganancias.

Para completar la monografía se considera que existen emisiones en el aprovechamiento de las varas de bambú, se buscó información sobre el tema sin embargo no se encontraron datos sobre esto, a excepción de un cálculo realizado por Gonzales (2014), que establece un índice para el bambú Guadua de 0.255 kg de CO₂ por cada kilogramo de material puesto en obra en España desde Colombia (10000 km de transporte marítimo en contenedores y 1400 de transporte terrestre), considerando que cada vara de 6m por 12 cm de diámetro y pesa en promedio 22.9 kg.

El cálculo emitido por Gonzales (2014) considera que también las tareas previas es decir los métodos de corte (manual), mantenimiento y transformación artesanal, que genera empleo y mejora las condiciones de vida de la comunidad productora, además de contribuir con la biofauna gracias a su transporte a lomo de mula desde el sitio de corte al de tratamiento y almacenamiento generan una mínima emisión de GEI, por lo que considera en su publicación a estas tareas como cero emisiones.

CONCLUSIONES

- Las actividades de producción de bambú en plantaciones del distrito de La Florida, provincia de San Miguel, Región de Cajamarca generan pocas emisiones (0.23699 t de CO₂ eq./ha) en sus actividades de aprovechamiento y transporte a la ciudad de Chiclayo.
- El balance general positivo de GEI, permite verificar que es un sistema ambientalmente sostenible con componentes forestales capaces de fijar mayor cantidad de CO₂ que las emisiones originadas por la actividad de extracción y transporte de las cañas de bambú.
- El resultado demuestra que es posible que las emisiones capturadas por la plantación de bambú de La Florida puedan servir en la compensación de emisiones producto de las actividades de ABG.
- La mejora del sistema de transporte reduce la generación de emisiones de CO₂.

RECOMENDACIONES

1. Modernizar el sistema de transporte y ampliar las vías para facilitar el acceso de vehículos de mayor dimensión que ayudaría a reducir el número de viajes y se podría trasladar mayor volumen de cañas.
2. Continuar con la elaboración de inventarios de gases de efecto invernadero para contar con información actualizada en diferentes zonas de producción de bambú.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Abengoa. (2010). Norma 5 - Gestión de calidad y medio ambiente. Gestión de la sostenibilidad. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). NOC-05/003. Sevilla, España. Recuperado de: https://www.abengoa.com/export/sites/abengoa_corp/resources/pdf/gobierno_corporativo/informes_anuales/2008/2008_Tomo2_IA_InventarioGasesInvernadero.pdf
2. Abengoa. (2011). Informe anual 2011 - Tomo II: inventario de gases de efecto invernadero. Sevilla, España. Recuperado de: http://www.abengoa.com/export/sites/abengoa_corp/resources/pdf/gobierno_corporativo/informes_anuales/2011/2011_Tomo2_IA_5.pdf
3. Abengoa. (2017). Informe anual 2017 – Tomo I: informe integrado. Sevilla, España. Recuperado de: www.abengoa.com/export/sites/abengoa_corp/resources/pdf/gobierno_corporativo/informes_anuales/2017/Tomo1/2017_Tomo1_IA.pdf
4. Abengoa Perú. (s.f.). Acerca de nosotros, visión y misión. Lima, Perú. Recuperado de: <http://www.abengoa.pe/web/es/acerca-de-nosotros/vision-y-mision/>
5. Arango, A. (2011). Posibilidades de la guadua para la mitigación del cambio climático. Caso: eje cafetero colombiano. (Trabajo de grado Adm. Ambiental). Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. Recuperado de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2278/63492A662.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
6. A2G Climate Partners. (2015). De la COP20/CMP10 al mundo: manual de cálculo y neutralización de GEI para la COP/CMP. Lima, Perú. Recuperado de: http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2015/12/De-la-COP20_CMP10-al-mundo__A2G__27-11-2015.pdf.

7. Betancourt Riquelme, M. A., Álvarez González, M. & León Acosta, J. (2009). El cultivo del bambú y sus beneficios al medio ambiente. *Revista Agricultura Orgánica*, pp. 37-38. Recuperado de: http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202009-3/25%20Bambu.pdf
8. Camargo, J. C., Rodríguez, J. A. & Arango A. M. (2010). Crecimiento y fijación de carbono en una plantación de guadua en la zona cafetera de Colombia. *Revista de Recursos Naturales Ambientales*. 61, 86-94. Recuperado de: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A11199e/A11199e.pdf>
9. Castaño, F. & Móstiga, M. (Enero, 2018). La Florida, Cajamarca; la mayor experiencia peruana en la silvicultura del bambú. *Bambucyt*. (1), 3-5. Recuperado de: <http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/forestales/revistas/CIB/BAMBUCYT.pdf>
10. Cruz Ríos, H. (2009). Bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunt) Bosques naturales en Colombia, plantaciones comerciales en México. México: COLMEX.
11. De la Cruz Martínez, L. L. & Camacho Neciosup, M. C. (2019). Diagnóstico situacional de la producción de bambú (*Guadua angustifolia* K.) en el distrito La Florida, de la provincia San Miguel Región Cajamarca”. (Tesis de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Agronomía. Chiclayo, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3628/BC-TES-TMP-2435.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
12. Flores-Velázquez, R., Muñoz Ledo-Carranza, R., & Villalba-Valle, D. (2010). Inventario de emisiones en 2005 de gases de efecto invernadero por el sector energético mexicano. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 11(1), 35-43. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432010000100005&lng=es&tlng=es.
13. Google Maps. (Agosto, 2018). Chiclayo – La Florida. Recuperado de: <https://goo.gl/maps/C9yL8wmUYYreWRWS8>

14. González Ó, (2014). Caracterización del bambú guadua (*Guadua angustifolia*) para el diseño e industrialización en España. Almería, España: Universidad de Almería,
15. Gov.uk. Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA), (2016). Conversion factors 2016 - full set (for advanced users). Recuperado de: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2016>
16. INEI. (2009). Compendio estadístico departamental Cajamarca. Oficina Departamental de Estadística e Informática (ODEI). Cajamarca, Perú. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Libro834/libro.pdf
17. Ministerio de Agricultura y Riego. (2008). Plan nacional del bambú. Lima, Perú.
18. Organización Internacional de Normalización (2006). ISO 14064 - Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cualificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. Madrid, España: AENOR.
19. Ministerio de Energía y Minas. (2017). Anuario estadístico de electricidad 2016. Lima, Perú. Recuperado de: http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=6&idEstadistica=11738
20. Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Huella de carbono. Santiago, Chile. Recuperado de: <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>
21. Riaño, N. M., Londoño, X., López, Y. & Gómez, J. H. (2002). Plant growth and biomass distribution on *Guadua angustifolia* Kunth in relation to ageing in Valle del Cauca-Colombia. *Bamboo Science and Culture*, 16(1), 43-51. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/eabb/4a67e44a5774055e0fcf234cf3ad247c6857.pdf>
22. Rodríguez, J. (Enero-Junio 2006). El bambú como material de construcción. *Conciencia Tecnológica*. (31), 67-69. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/944/94403115.pdf>

23. Rojas, R., Li, T., Lora, G. & Andersen, L. (2003). A measurement of the carbon sequestration potential of *Guadua angustifolia* in the Carrasco National Park, Bolivia. La Paz, Bolivia: Institute for Advanced Development Studies. Recuperado de: https://www.inesad.edu.bo/pdf/wp2013/wp04_2013.pdf
24. Sierra Exportadora (2012). Inventario de bosques nativos, plantaciones y cadena de valor del bambú, Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1:

Ficha de entrevista de identificación de Fuentes – La Florida

Etapas de producción	Tiempo
Establecimiento de la plantación	
Aprovechamiento	

Alcance 1:

Para determinar el alcance 1, es necesario saber cuál es el consumo de combustible de los vehículos y maquinarias que sirven para la producción del Bambú:

Primero necesitamos saber cuántos vehículos son utilizados:

Tipo de Vehículo	Cantidad	Gal de combustible/Mes
Camiones		
Generadores		
Bombas		
Motos		

- Considerar a todos los vehículos y maquinarias que consumen combustible.

De todos estos equipos es necesario tener el dato de **su consumo de Combustible por mes**.

Sería ideal contar con los datos por meses y por equipos, a fin de poder determinar que equipos son los que generan mayor cantidad de emisiones y poder buscar algún método para su disminución.

Alcance 2:

Para determinar este alcance, es necesario saber sobre nuestro consumo de energía eléctrica, que viviendas, almacenes, talleres, etc. Están consumiendo energía eléctrica. Este dato también debe ser mensual.

Lista de equipos que consumen energía para la producción de bambú

	KW que consume	Tiempo de consumo al día
Bombillas		
Celular		
Computador		
Fluorescente		

Figura A1: Primera parte de las entrevistas

Alcance 3:

Viajes de los empleados:

Es necesario tener los recibos de los viajes de todo el personal que trabaja en la producción del bambú. (Salidas por días libres, salidas para negociaciones o encargos del trabajo, etc.)

Materiales utilizados	Cantidad producción	
Bolsas de plástico		
Arena		
Materia Orgánica		
Agua		
Rastrillos		
Machete		
Tijeras podadoras		
Cerca de la plantación		
Controladores de plagas		

Salidas del personal para trámites

Persona	Lugar inicial	Lugar de llegada	Tipo de vehículo

Transporte del Bambú = determinar los Km de camino (La florida – Chiclayo)

Cantidad de Viajes por productor	Lugar inicial	Lugar de llegada	Tipo de vehículo

Figura A2: Segunda parte de las entrevistas.

Anexo 2: Resumen de respuestas

Nombre	Tamaño Plantación	Alcance 1			Alcance 2		Alcance 3			
		Tiempo de Cosecha	de Vehículos	Generadores	Equipos eléctricos	Uso	Materiales	Salidas para tramites	Transporte (viajes)	
Guillermo Cueva Soriano	1 ha	5 años	No	No	Celular, taladro	diario / si hay que preservar el bambú (1 hora)	Machete, cierra manual, hacha, fierro, guantes, cascos, ácido bórico, tizas.	no	1 viaje (400 cañas)	
Edilberto Cueva Paucar	1 ha	5 años	No	No	Celular	Diario	Sierra, Machete, Lima, Wincha, Tizas.	no	1 viaje (400 cañas)	
Delia Morales	1 ha	5 años	Moto/uso personal	No	Celular	Diario	Urea, guano de isla, Machete.	no	recién empieza, su plantación mayormente es de café	
Justiniani Huertas	1/2 ha	5 años	No	No	Celular	Diario	Machete, Sierra Manual, tiza.	no	1 viaje (700 cañas)	
Hermeregildo Servantes Gil	1 ha	5 años	No	No	Celular	Diario	Machete, Hacha, Sierra.	no	1 viaje (500 cañas)	

Anexo 3: Cantidades de kWh consumidas al año por productor

<i>kW</i>	<i>horas de cargado diario</i>	<i>kWh consumidos al año</i>
0.01	5	18.25

Anexo 4: Factores de emisión para carga de mercancías

<i>Actividad</i>	<i>Tipo</i>	<i>Und.</i>	<i>0% Carga</i>	<i>50% Carga</i>	<i>100% Carga</i>	<i>Carga Media</i>
			<i>kg CO₂e</i>	<i>kg CO₂e</i>	<i>kg CO₂e</i>	<i>kg CO₂e</i>
WTT- HGV (todos diésel)		toneladas.km		0.10338	0.05578	0.11636
	Rígido (> 3.5	Km	0.108	0.11727	0.12654	0.11616
	- 7.5	Millas	0.17381	0.18873	0.20365	0.18694
		toneladas)				
	Rígido (>7.5	toneladas.km		0.06276	0.03526	0.07652
	tonnes-17	Km	0.13456	0.15353	0.17251	0.14974
	tonnes)	Millas	0.21656	0.24709	0.27762	0.24098
	Rígido (>17	toneladas.km		0.04264	0.02511	0.03561
	tonnes)	Km	0.16017	0.1948	0.22943	0.20348
		Millas	0.25776	0.3135	0.36923	0.32748
	Todos los	toneladas.km		0.05155	0.03037	0.04354
	rígidos	Km	0.13797	0.16792	0.19788	0.17305
		Millas	0.22203	0.27024	0.31845	0.2785
	Articulado	toneladas.km		0.02938	0.01759	0.03036
	(>3.5 - 33t)	Km	0.14191	0.17689	0.21186	0.17549
		Millas	0.22839	0.28467	0.34095	0.28242
	Articulado	toneladas.km		0.02031	0.01266	0.01696
	(>33t)	Km	0.14263	0.18939	0.23616	0.20248
		Millas	0.22954	0.3048	0.38006	0.32587
	Todos	toneladas.km		0.0214	0.01281	0.01805
articulados	Km	0.1573	0.19591	0.23452	0.20825	
	Millas	0.25314	0.31529	0.37743	0.33515	
Todos los	toneladas.km		0.02825	0.0168	0.0238	
vehículos	Km	0.14837	0.18298	0.21759	0.19046	
pesados	Millas	0.23877	0.29448	0.35018	0.30651	

Fuente: UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting

Anexo 5: Consumo de combustibles de empresas para generación térmica:

Tipo de Combustible	Total Consumido	Un d.	F. conversión	Resultado	FE CV (gCO ₂ /Mj)	Emisiones (t CO ₂)	Porcentaje %
<i>Bagazo</i>	1,526,869	t	6.3 Tj/ (10 ⁶ kg)	9,619 Tj	0.0	0	0%
<i>Carbón</i>	410,030	t	24.8 Tj/ (10 ⁶ kg)	10,169 Tj	38.1	387,429	11%
<i>Diesel 2</i>	56,058,093	Gl	36.3 Tj/ (10 ³ m ³)	7,622.3 Tj	15.9	121,196	4%
<i>Gas natural</i>	4,937,017,629	m ³	40.5 Tj/ (10 ⁶ m ³)	199,949 Tj	14.5	2,899,264	84%
<i>Bio Gas</i>	33,945,669	m ³	22.34 Tj/ (10 ⁶ m ³)	758.346 Tj	14.5	10,996	0%
<i>Residual 6</i>	21,168,877	Gl	38.7 Tj/ (10 ³ m ³)	3,069 Tj	6.7	20,407	1%
<i>Residual 500</i>	23,554,223	Gl	38.7 Tj/ (10 ³ m ³)	3,450.5 Tj	6.7	22,946	1%
<i>Vapor</i>	679,548	t		0.000 Tj	0.0	0	0%
<i>Otro</i>		Gl	38.7 Tj/ (10 ³ m ³)	0 Tj	6.7	0	0%
						3,462,237.4	100.0

Sólo empresas que informan a la Dirección General de Energía del Ministerio de Energía y Minas.

Cálculo del Ratio:

Consumo total de electricidad (MINEM) : 45435 GW.h

Emisiones (t CO₂) : 3462237.4

$$\frac{3462237.4}{45435} = 762020 \times \frac{1000}{1000000} = 0.0762$$

Ratio 76.2020 t CO₂/GWh = 0.07620 kg CO₂/kWh

Anexo 6: Fotografías de la visita



Figura A3: Productor señalando los bambú que serán retirados en la próxima cosecha



Figura A4: Productor realizando el retiro del bambú hacia las vías con ayuda de un burro



Figura A5: Apilado del bambú en la carretera para ser transportado



Figura A6: Entrevista a las familias en Limoncillo, La Florida



Figura A7: Entrevista a productor



Figura A8: Las hojas de bambú sirven como abono y comida de los animales de los productores.



Figura A9: El sistema de riego es por inundación