

**DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD LADRILLERA Y CARACTERIZACIÓN DEL
TIPO DE ARCILLAS EMPLEADAS EN LA VEREDA DE PUEBLILLO,
POPAYÁN, CAUCA, EN BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN
PARA MINIMIZAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES**



**EDWARD ADRIÁN ASTAIZA VARELA
DIEGO ALEJANDRO LLANOS MEZA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN, 2019**

**DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD LADRILLERA Y CARACTERIZACIÓN DEL
TIPO DE ARCILLAS EMPLEADAS EN LA VEREDA DE PUEBLILLO,
POPAYÁN, CAUCA, EN BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN
PARA MINIMIZAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES**



**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL
Y SANITARIO**

**EDWARD ADRIÁN ASTAIZA VARELA
DIEGO ALEJANDRO LLANOS MEZA**

**DIRECTOR
INGENIERO DE MINAS
FRANCISCO JOSE IDROBO IDROBO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN, 2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Este trabajo de grado **“Diagnóstico de la actividad ladrillera y caracterización del tipo de arcillas empleadas en la vereda de Pueblillo, Popayán, Cauca, en búsqueda de alternativas de producción para minimizar los impactos ambientales”**, realizados por los estudiantes Edward Adrián Astaiza Varela y Diego Alejandro Llanos Meza es aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca para optar por el título profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

Director del Trabajo de Grado

Jurado 1

Jurado 2

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios, a nuestros padres, familiares, a nuestro director de grado, profesores, amigos y los alfareros de Pueblillo que hicieron parte de nuestro proceso de formación moral y profesional, nos dieron el apoyo y la compañía necesaria para lograr realizar este trabajo de investigación y obtener nuestro título profesional.

TABLA DE CONTENIDO

1. PROBLEMA.....	12
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. JUSTIFICACIÓN	13
1.3. OBJETIVOS	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.4. LOCALIZACIÓN	14
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1. ANTECEDENTES	15
2.2. BASES TEÓRICAS	18
2.2.1. Actividad ladrillera en Pueblillo	18
2.2.2. Procesos productivos en Pueblillo	18
2.2.2.1. Extracción de materia prima.....	19
2.2.2.2. Transporte de materia prima	22
2.2.2.3. Tratamiento de la materia prima.....	22
2.2.2.4. Moldeo.....	25
2.2.2.5. Secado	26
2.2.2.6. Cocción	27
2.2.2.7. Descargue y comercialización.....	32
2.2.3. Definición de la arcilla	33
2.2.4. Tipos de arcillas	34
2.2.5. Tipos texturales del suelo	35
2.2.6. Método de Bouyoucos o del hidrómetro	36
2.2.7. Actividad cerámica.....	37
2.3. BASES LEGALES	38
2.3.1. Legislación de la actividad minera	38
2.3.2. Aspectos ambientales.....	38
3. METODOLOGÍA	39
3.1. FASE I: Diagnóstico socioambiental de la actividad ladrillera	39
3.1.1. Diagnóstico del estado y capacidad de maquinaria y equipo.....	40
3.1.2. Diagnóstico del estado de la planta física de las ladrilleras	40
3.1.3. Diagnóstico socioeconómico de los alfareros	40
3.1.4. Diagnóstico ambiental.....	40
3.2. FASE II: Evaluación de Impacto Ambiental - EIA.....	42
3.3. FASE III: Caracterización del tipo de arcillas utilizadas en la vereda de Pueblillo.....	43
3.3.1. Observación de los perfiles del suelo	44
3.3.2. Determinación de la textura del suelo	45
3.3.2.1. Ensayo del tacto.....	45
3.3.2.2. Prueba de inmersión en agua	46

3.3.2.3.	Determinación de la textura con el método de Bouyoucos.....	46
3.4.	FASE IV: Formulación de alternativas de producción.....	47
4.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	47
4.1.	Resultados.....	47
4.1.1.	Diagnóstico socioambiental de la actividad ladrillera	48
4.1.1.1.	Diagnóstico del estado y capacidad de maquinaria y equipo	49
4.1.1.2.	Diagnóstico del estado de la planta física de las ladrilleras.....	51
4.1.1.3.	Diagnóstico socioeconómico de los alfareros.....	53
4.1.1.4.	Diagnóstico ambiental	54
4.1.1.5.	Evaluación de impacto ambiental – EIA	55
4.1.2.	Caracterización del tipo de arcillas utilizadas en la vereda de Pueblillo	56
4.1.2.1.	Observación de los perfiles del suelo	56
4.1.2.2.	Determinación de la textura del suelo	59
4.1.2.2.1.	Ensayo del tacto	59
4.1.2.2.2.	Prueba de inmersión en agua.....	61
4.1.2.2.3.	Determinación de la textura con el método de Bouyoucos	62
4.1.3.	Formulación de alternativas de producción.....	67
4.1.3.1.	Usos alternativos a la producción de ladrillo	67
4.2.	Interpretación y análisis de resultados.....	68
-	Análisis del factor técnico	69
-	Análisis del factor socioeconómico	69
-	Análisis del factor ambiental	70
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
5.1.	CONCLUSIONES.....	78
5.2.	RECOMENDACIONES	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de los minerales arcillosos más comunes	35
Tabla 2.	Porcentajes de Ar, L y A para las clases texturales.	35
Tabla 3.	Legislación minera.....	38
Tabla 4.	Legislación ambiental.....	38
Tabla 5.	Formato para el diagnóstico de la actividad ladrillera.....	40
Tabla 6:	Matriz de EIA (Matriz de Leopold)	43
Tabla 7.	Formato para la observación de los perfiles del suelo.....	44
Tabla 8.	Interpretación del ensayo al tacto.....	45
Tabla 9.	Determinación de la textura al Tacto	46
Tabla 10.	Determinación de la textura con la prueba al grumo	46
Tabla 11.	Información para la recolección de las muestras.	47
Tabla 12.	Disminución de la producción (%) ladrillera con respecto al 2012.	48
Tabla 13.	Ladrilleras en operación	48

Tabla 14. Diagnóstico de la maquinaria	49
Tabla 15. Tipo de transporte de materia prima.....	49
Tabla 16. Planta física de las ladrilleras	51
Tabla 17. Diagnostico socioeconómico de los alfareros de la vereda de Pueblillo..	53
Tabla 18. Operación de las ladrilleras.....	54
Tabla 19. Consumo de combustible.....	54
Tabla 20. Áreas de aplicación de la matriz de Arboleda para la EIA.....	55
Tabla 21. Observación de los perfiles del suelo.....	57
Tabla 22. Inferencia de los componentes dominantes en cada muestra de suelo.	59
Tabla 23. Ensayo al tacto.....	60
Tabla 24. Prueba de inmersión en agua o “prueba al grumo”	61
Tabla 25. Muestras de suelo de las minas de arcilla de la vereda Pueblillo.....	62
Tabla 26. Información de las muestras.....	64
Tabla 27. Textura por el método de Bouyoucos.....	65
Tabla 28. Tipos de textura del suelo y tipos de arcilla.....	66
Tabla 29. Composición química para diferentes aplicaciones cerámicas.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de trabajo.....	15
Figura 2. Diagrama de procesos de producción de ladrillo.....	19
Figura 3. Tipos de extracción de arcilla.....	21
Figura 4. Transporte de materia prima.....	22
Figura 5. Mezcla de arcilla, arena y agua.....	23
Figura 6. Mezcladoras.....	24
Figura 7. Acarreo y maduración de la mezcla.....	25
Figura 8. Moldeo.....	26
Figura 9. Secado.....	27
Figura 10. Cocción.....	29
Figura 11. Hornos.....	30
Figura 12. Combustibles.....	31
Figura 13. Descargue y comercialización.....	32
Figura 14. Diagrama triangular de las clases texturales básicas del suelo según el tamaño de las partículas	36
Figura 15. Maquinaria utilizada en la vereda de Pueblillo.....	50
Figura 16. Planta física de las ladrilleras.....	52
Figura 17. Muestras de arcilla empaquetadas y rotuladas.....	63
Figura 18. Artesanías hechas en Pueblillo.....	76
Figura 19. Pisos coloniales hechos en Pueblillo.....	77

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de evaluación de impacto ambiental ladrilleras área Girón.	84
Anexo 2. Matriz de evaluación de impacto ambiental ladrillera Bernardo Girón. ..	85
Anexo 3. Matriz de evaluación de impacto ambiental ladrillera Jimmy Cruz.	86
Anexo 4. Matriz de evaluación de impacto ambiental ladrillera Octavio Paz.....	87
Anexo 5. Resultados de laboratorio de la prueba de Bouyoucos ladrillera Raúl Girón	88
Anexo 6. Resultados de laboratorio de la prueba de Bouyoucos ladrillera Hernándo Girón.	89
Anexo 7. Resultados de laboratorio de la prueba de Bouyoucos ladrillera Jorge Girón	90
Anexo 8. Resultados de laboratorio de la prueba de Bouyoucos ladrillera Bernardo Girón	91
Anexo 9. Resultados de laboratorio de la prueba de Bouyoucos ladrillera Jimmy Cruz.....	93
Anexo 10. Resultados de laboratorio de la prueba de Bouyoucos ladrillera Octavio Paz.	94

RESUMEN

La minería a pequeña escala en la mayoría de casos es artesanal, genera impactos negativos al medio ambiente de gran magnitud y afecta la salud humana. Sin embargo, es el medio de subsistencia de personas de bajos recursos. Por esa razón, el propósito de esta investigación es diagnosticar la actividad ladrillera y caracterizar el tipo de arcillas empleadas en la Vereda de Pueblillo, Popayán, Cauca, en la búsqueda de alternativas de producción con el fin de minimizar los impactos negativos ambientales. Para lograrlo, se realizó el diagnóstico socioambiental de 7 ladrilleras mediante formatos y encuestas, se evaluó el impacto ambiental con la matriz de Leopold, se infirió el tipo de arcillas por medio de la observación de los microrelieves del suelo y pruebas físicas (ensayo del tacto e inmersión en agua) en las minas, además, se establecieron las texturas del suelo a muestras de las arcillas utilizadas en las ladrilleras utilizando el método de Bouyoucos y se establecieron los posibles usos como alternativas de producción. De esta forma, se determinó que la actividad ladrillera tiene un bajo nivel de tecnificación, es el ingreso económico de 44 familias beneficiarias y genera 469 empleos directos al mes, afecta la salud humana por la quema de 1392 m³ de madera (leña y recortes de madera) y 14400 bultos de cisco de café anualmente; así mismo, los componentes ambientales más impactados negativamente son la calidad del aire, del agua superficial y del paisaje, también, las actividades que más impactan son la extracción de arcilla y la cocción de los adobes. Las arcillas que predominan son las caolinitas, illitas, montmorillonitas y tienen contenidos máximos del 59,28% de arcilla, 68,56% de limos y 58,16% de arenas. Finalmente, se determinó que estas arcillas se pueden usar para la fabricación de cerámica fina que corresponde a la cerámica de uso doméstico y la artística, las cuales, por pieza fabricada, aumentan los ingresos, generan más empleo, disminuyen la arcilla requerida y las emisiones atmosféricas.

PALABRAS CLAVES: Arcillas, cerámica, minería artesanal y textura del suelo.

ABSTRACT

Small-scale mining in most cases is artisanal, generates negative impacts on the environment of great magnitude and affects human health. However, it is the livelihood of low-income people. For this reason, the purpose of this research is to diagnose the brick activity and characterize the type of clays used in the Village of Pueblillo, Popayán, Cauca, in the search for production alternatives in order to minimize negative environmental impacts. To achieve this, the socio-environmental diagnosis of 7 brickyards was carried out through formats and surveys, the environmental impact was evaluated with the Leopold matrix, the type of clays was inferred through the observation of soil microreliefs and physical tests (touch test and immersion in water) in the mines, in addition, soil textures were established to samples of the clays used in the bricks using the Bouyoucos method and possible uses were established as production alternatives. In this way, it was determined that the brick activity has a low level of technification, is the economic income of 44 beneficiary families and generates 469 direct jobs per month, affects human health by burning 1392 m³ of wood (firewood and woodcutting wood) and 14400 packages of coffee cisco annually; likewise, the most negatively impacted environmental components are the quality of air, surface water and landscape, and the activities that most impact are the extraction of clay and the cooking of adobes. The predominant clays are kaolinites, illites, montmorillonites and have maximum contents of 59.28% clay, 68.56% silt and 58.16% sand. Finally, it was determined that these clays can be used for the manufacture of fine ceramics that corresponds to household and artistic ceramics, which, per manufactured piece, increase income, generate more employment, decrease the required clay and emissions atmospheric

KEYWORDS: Clays, ceramics, artisanal mining and soil texture.

INTRODUCCION

La minería a pequeña escala en Colombia se realiza de una forma artesanal, con una baja tecnificación y en la mayoría de casos, con formas ineficientes e ineficaces de producción, por eso, los impactos negativos al medio ambiente son de gran magnitud alterando los ecosistemas, contaminando el agua, aire, suelo y afectando la salud humana. Sin embargo, son los medios de subsistencia de muchas personas de bajos recursos y sin oportunidades para realizar otra actividad que les genere desarrollo económico y mejore la calidad de vida, este contexto es el aplicado a la actividad ladrillera en la vereda de Pueblillo, en el municipio de Popayán, Cauca.

Por ese motivo, es necesario buscar soluciones que involucren los factores importantes para el desarrollo sostenible: medio ambiente, economía y sociedad. En ese sentido, se pretende conocer el estado actual de la actividad ladrillera en la vereda de Pueblillo mediante un diagnóstico socioambiental, evaluar el impacto ambiental causado, determinar el tipo de arcillas que emplean y formular alternativas de producción diferentes al ladrillo tolete que disminuyan los impactos ambientales y mejoren las condiciones socioeconómicas. Para lograr estos objetivos, mediante la recolección de información primaria con formatos y encuestas se diagnostica la actividad ladrilleras, utilizando la matriz de Leopold se hace una evaluación de impacto ambiental que mide y relaciona el nivel de afectación negativo y positivo de las actividades del proceso de producción ladrillero con los componentes ambientales (físicos, bióticos y socioeconómicos), se determinan el tipo de arcillas utilizadas actualmente por medio de la inferencia a partir de pruebas físicas y observación, mediante pruebas de laboratorio utilizando el método de Bouyoucos se clasifican según las texturas y porcentajes de arena, limo y arcilla y finalmente, con una revisión bibliográfica se establecen los posibles usos que se le pueden dar a las arcillas de modo que se continúe realizando la actividad alfarera en la vereda de Pueblillo, se conserve la tradición y cultura del sector, se mejoren los ingresos económicos, la calidad de vida, disminuya la contaminación del aire, agua, suelo y se desarrolle la actividad alfarera en armonía con el medio ambiente como una estrategia para alcanzar el desarrollo sostenible de la región.

1. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia, la mayor parte de la minería a pequeña escala (MAPE) es artesanal, no tecnificada y causa un alto impacto negativo social, medioambiental y a la salud humana [1], Este tipo de minería en su mayoría es ilegal y su formalización es frenada por la normatividad debido que los permisos ambientales y mineros son los mismos que para la gran concesión minera [2]. La explotación de arcillas en el país tiene en total 2316 Unidades Productoras Mineras (UPM) de las cuales solo el 31,1% tienen título minero [3] lo que indica que la MAPE genera alto impacto medioambiental y carece de planes para prevenir, mitigar, controlar, compensar o corregir los posibles efectos o impactos negativos; además, es una minería de subsistencia y no tiene condiciones de seguridad, tecnificación y salubridad para las personas que la ejercen [4].

Del mismo modo, en el departamento del Cauca el 87,5% de las UPM no tienen título minero y 197 realizan extracción de arcilla [3] la mayoría son dedicadas a la producción de ladrillo y cerámica, las cuales, son de producción artesanal y sin título minero, aunque actualmente se está potencializando la explotación de arcilla a escala industrial y tecnificada [5]. Estas ladrilleras en sus procesos de producción usan la arcilla sin medir las proporciones ni las características de estas, además de que las operaciones son manualmente y no existe ninguna verificación técnica que permita obtener el producto con la calidad necesaria según la normatividad, lo cual disminuye la productividad, aumenta los costos y se generan mayores impactos negativos ambientales. [6]

El sector de Pueblillo, al occidente de Popayán, Cauca, se caracteriza por la producción ladrillera de una forma artesanal, actividad que se ha realizado por siglos y que ha afectado negativamente al medio ambiente como consecuencia de los diferentes procesos de producción como la extracción de arcilla y la remoción de leña y carbón de los suelos en bosques naturales, que ha provocado en los últimos 50 años la deforestación de 17749 Hectáreas [7]; otros impactos son la erosión, emisiones atmosféricas y muchos otros efectos ambientales negativos. Además, también hay impactos socio económicos como la disminución de la industria a causa de la competencia departamental y nacional, desempleo, afectación de la salud y poniendo en riesgo el capital cultural, social e histórico que es muy importante para la región y el país. Debido a la problemática se pretende realizar un diagnóstico ambiental y socioeconómico de la actividad ladrillera y caracterizar el tipo de arcillas que se emplean en el sector de Pueblillo con el fin de buscar alternativas de producción que aumente los ingresos económicos, mejore el estado socio cultural y disminuya los impactos ambientales negativos derivados de la actividad ladrillera.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La minería en Colombia es una actividad que genera desarrollo económico e influye fuertemente en la economía del país, al segundo trimestre del 2017 aportó el 1,90% al Producto Interno Bruto (PIB) del país y la minería de no metálicos (arcillas, material de arrastre, etc.) aportó un 0,33% al PIB total [8]. La explotación de arcillas en el país generó 459.322 millones de pesos y aportó 75,34 millones en regalías [9], sumado a esto, el territorio colombiano tiene una gran variedad de recursos minerales que se podrían aprovechar. Además, el desarrollo económico del país tiene como uno de sus ejes la minería, por ello, fomenta la explotación de los recursos minerales y estimula la actividad minera en armonía con las normas de explotación racional y cuidado del medio ambiente con el objetivo de satisfacer la demanda nacional e internacional [10].

De esta manera, el Cauca busca que las unidades de producción de pequeña minería mediante diferentes mecanismos tengan la posibilidad de trabajar bajo el amparo de un título minero y hagan parte del programa de formalización minera [11] [12], con el propósito de generar desarrollo económico, social y conservar el medio ambiente. Según el Ministerio de Minas y Energía (MinMinas) Popayán cuenta con 113 UPM de las cuales 91 explotan arcilla común [13], esta industria es la base económica de diferentes sectores productores como la Yunga, El Charco, Los tejares y Pueblillo que cada día va aumentando [14], por ello, el diagnóstico de la pequeña minería y la minería artesanal para su posterior legalización, es uno de los objetivos principales del municipio y se incluyen en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Popayán como plan de atención al sector minero rural [12].

En Pueblillo, la actividad alfarera involucra al 0,27% de la población total del municipio de Popayán y dependen económicamente de las ladrilleras, lo que corresponde al 2,44% del total de la población rural del municipio [14], por ello el Semillero de Investigación de Minería Responsable - SIMIR gestiona la búsqueda de estrategias para continuar con esta actividad como base del desarrollo económico y social y con una perspectiva más sostenible, en ese sentido, este trabajo de investigación tiene como propósito determinar alternativas de producción a base de arcilla que disminuya el impacto ambiental y permita la continuación de la producción alfarera de una manera más sostenible, de tal forma, que se preserve el medio ambiente que es muy importante para la ciudad. Para lograrlo, es necesario inicialmente verificar el estado de la actividad ladrillera mediante un diagnóstico, al igual que la capacidad (características y propiedades) de los recursos naturales (arcilla, agua, arena) para utilizarlos en la alfarería o la actividad cerámica y así poder encontrar alternativas de producción más limpia en la búsqueda del desarrollo sostenible.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar la actividad ladrillera y caracterizar el tipo de arcillas empleadas en la Vereda de Pueblillo, Popayán, Cauca, en la búsqueda de alternativas de producción con el fin de minimizar los impactos negativos ambientales.

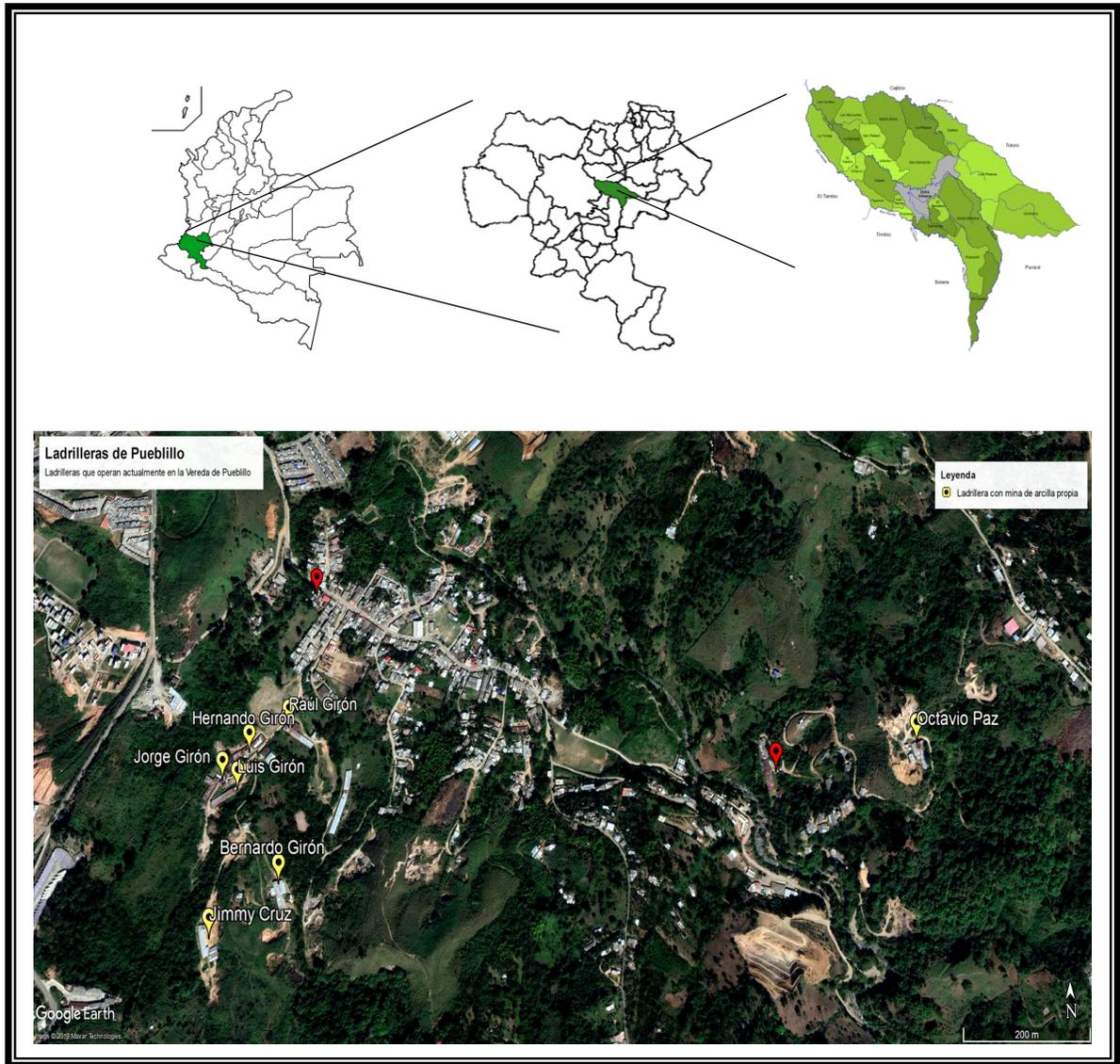
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diagnóstico socioambiental de la actividad ladrillera en la Vereda de Pueblillo en el municipio de Popayán – Cauca.
- Evaluar el impacto ambiental de la actividad ladrillera en la Vereda de Pueblillo en el municipio de Popayán – Cauca.
- Caracterizar mediante ensayos de laboratorio las arcillas utilizadas para la elaboración del ladrillo en la Vereda de Pueblillo en el municipio de Popayán – Cauca.
- Formular alternativas de producción que disminuyan los impactos ambientales derivados de la producción ladrillera actual.

1.4. LOCALIZACIÓN

El área, en la cual, se realizó el trabajo de investigación está localizada en el municipio de Popayán del departamento del Cauca. La zona intervenida es el sector de Pueblillo ubicado al nororiente de la cabecera municipal: corresponde a la vereda de Pueblillo que hace parte de la zona rural del municipio y el barrio Pueblillo que pertenece a la comuna 3 y se encuentra ubicado en la calle 26 con Carrera 4ª - 4e [15].

Figura 1. Localización del área de trabajo.



Fuente: Propia.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

La industria ladrillera ha generado desarrollo en cuanto a construcción de estructuras como viviendas, puentes, edificios, entre otro alrededor del mundo, por ello, día a día se fortalece y se buscan estrategias de producción más eficientes y eficaces, además de ello, también se pretende disminuir el impacto negativo al medio ambiente y sus consecuencias como la afectación de la salud humana. En

ese sentido, a nivel mundial, en Latinoamérica, nacional y regional se han llevado a cabo diferentes investigaciones cuyos fines es definir y optimizar la industria a base de cerámicas.

De esa forma, S. Delgado en su trabajo de investigación identificó los impactos ambientales negativos ocasionados por la extracción de materia prima para la fabricación de ladrillos. Analizó muestras de suelo y agua, realizó una evaluación de impacto ambiental y estudió la afectación al paisaje en la Campiña Alta de Supe, Perú. Determinó que del suelo se extrajeron 309200 m³ de arcilla, la profundidad de excavación fue de 12.4 m, la humedad en el suelo de 10%. La EIA se realizó con la matriz de Conesa cuyos resultados fueron de clasificación CRÍTICA en todos los impactos. Concluyó que la extracción de la arcilla genera consecuencias irreversibles y afecta al suelo, agua y aire [16].

También, en un estudio realizado por M. Cepeda y A. Robalino, en el cual, monitorearon la emisión de CO de diez ladrilleras en la zona urbana del cantón Chambo, Ecuador; y determinaron las concentraciones de carboxihemoglobina - COHb mediante la fórmula de Stewart. Las mediciones las realizaron en el mes de enero del 2018, registraron un valor máximo de 17.92 ppm y uno mínimo de 7.84 ppm para CO; en cuanto a la concentración de COHb, la mayor concentración fue de 17.47% COHb en el barrio Jesús del Gran Poder. En la investigación encontraron que 7 ladrilleras superaron el límite de CO con altas concentraciones, otras 9 ladrilleras superaron los límites de concentración de COHb. Finalmente, establecieron que las emisiones de CO de las ladrilleras afectan a la salud de la población del sector al deteriorar la calidad del aire [17].

En el mismo sentido, un estudio realizó el conteo de partículas por unidad de volumen de aire, un análisis de la concentración de material particulado PM_{2.5} y PM₁₀, y el registro de variables meteorológicas en la zona ladrillera de la comunidad Yerbabuena, Guanajuato, México. Las actividades las realizaron cada 3 días en la mañana y en la noche, en 3 puntos seleccionados estratégicamente y en el edificio de la Unidad Belén, Centro de la ciudad. Determinaron que la cantidad y concentración de las partículas registradas en la Unidad Belén son siempre menores a las registradas en la zona ladrillera. La concentración (57 µg/m³) del análisis puntual de PM_{2.5} registrada en la zona ladrillera el día sábado rebasa el límite máximo permisible establecido en la NOM-025-SSA1-2014 para un promedio de 24 horas [18].

Por otro lado, en San José de Itagüí, Antioquia; se realizó un estudio que analizó la relación existente entre la ladrillera El Tejar y el Barrio Santa María N° 1 de Itagüí, también conocido como El Guayabo, se estudió el factor socioeconómico y el ambiental. De un lado, la comunidad del barrio tuvo una posición en contra de la

ladrillera debido a que genera ruido, polvo, humo, barro, tala de árboles, deterioro de las vías y afectación a la salud; por el contrario, concuerdan en que ha sido una fuente de empleo y desarrollo para el barrio y sus alrededores por los servicios que prestan. Finalmente, de acuerdo a las posiciones que tiene la comunidad acepta la continuación de la ladrillera como un eje de crecimiento económico, equidad social y la sustentabilidad ambiental que se puede alternar con una productividad más limpia encaminada al desarrollo sostenible [19].

Otro estudio realizó una caracterización hidrométrica de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos cerámicos en una empresa ladrillera en Ocaña, Norte de Santander por García y Bolívar [20] definiendo que las mezclas utilizadas eran inadecuadas, por ello plantean la adición de otras arcillas con las cuales cumplan los estándares adecuados de calidad en porcentajes admisibles de seguridad establecidos por las normas actuales vigentes, además de optimizar la producción, mejorar los productos, los recursos ambientales y económicos de dicha empresa.

En el 2007, en una investigación de la Universidad del Cauca a cargo de J. Chaves y R. Meneses realizaron la caracterización de las arcillas en la vereda La Codicia, Guapí, Cauca; utilizaron espectroscopia infrarroja (FTIR), difracción de rayos X (DRX), Fluorescencia de rayos X (FRX), microscopia electrónica de transmisión (MET), microscopia electrónica de barrido (MEB) y análisis térmico (ATD/TG) e identificaron los grupo funcionales, fases cristalinas, composición química, tamaño y morfología de partícula con el fin de conocer los tratamientos térmicos sobre las muestras. Finalmente, establecieron que las arcillas se les pueden dar otro uso a parte de la producción de ladrillo como lo son los artículos cerámicos [21].

Así mismo, E. y N. Garcés Aguilar [6] realizaron una caracterización de las arcillas del Norte del Cauca utilizada para la producción de ladrillos y cerámicos en esta zona, y mediante el análisis de la composición química, características estructurales y comportamiento térmico-diferencial definieron que se debe rediseñar el proceso productivo para su optimización en la industria ladrillera norte caucana.

En la actualidad se ha investigado muy poco sobre la actividad ladrillera en la vereda de Pueblillo, entre los estudios de más relevancia en esta investigación se encuentre el del semillero de Investigación de Minería Responsable (SIMIR) perteneciente al grupo de investigación de tecnología y ambiente (GITA) de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca que ha venido realizando investigación en el sector. En ese sentido, en el trabajo de grado “Análisis socio-ambiental de la actividad ladrillera en el municipio de Popayán” [14] se analizó el impacto socio-ambiental de las ladrilleras de Popayán incluidas las de la vereda de Pueblillo, determinó que la afectación al recurso bosque es debido al combustible utilizado

(leña) y en el análisis socioeconómico cuantificaron el impacto positivo directo e indirecto que tiene en la región esta actividad alfarera.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Actividad ladrillera en Pueblillo

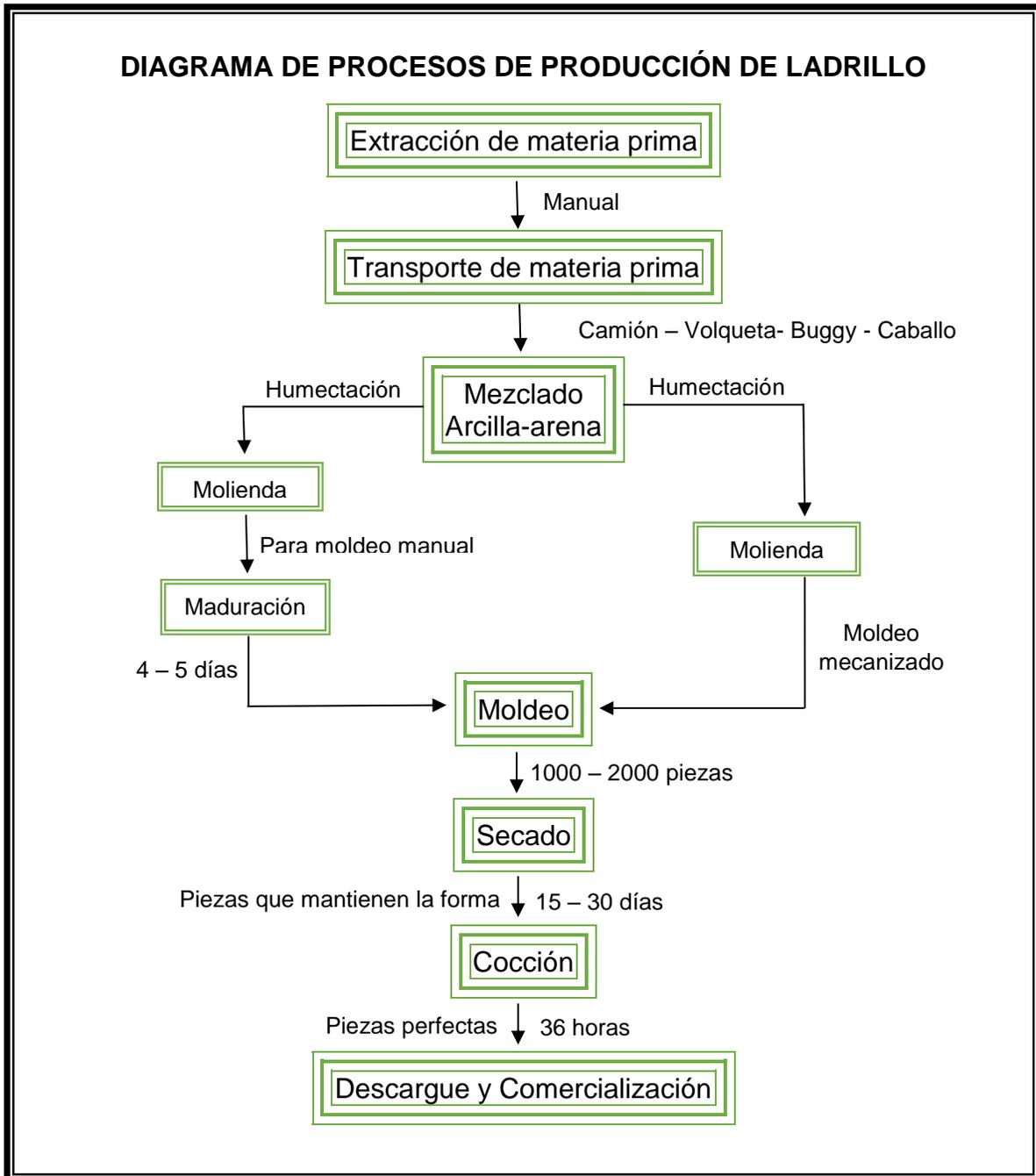
Los alfareros de la vereda de Pueblillo narran que, desde tiempos de la colonia se asentaron al nororiente de la ciudad, hoy es el sector de PUEBLILLO. Este asentamiento se constituyó inicialmente por los Indios Yanaconas, quienes, con la ayuda de los colonos españoles y los religiosos, aprendieron el arte de la alfarería y desarrollaron desde ese entonces la actividad minera de arcilla, transformándola en productos cerámicos. Alfareros como Hernando Girón cuentan que su familia toda se ha dedicado a la explotación de arcilla y ese conocimiento se ha venido pasando de generación en generación.

Esta actividad ladrillera de Pueblillo fue muy importante para el desarrollo de la infraestructura de la ciudad de Popayán, muchas piezas como ladrillos, tejas, cerámicas, entre otros productos del centro histórico de la ciudad fueron fabricadas en este sector y hoy en día siguen operando, pero con mayores dificultades las ladrilleras que aún quedan.

2.2.2. Procesos productivos en Pueblillo

La producción de ladrillo en la vereda de Pueblillo cuenta con procesos en los que no utilizan un gran nivel de tecnificación y bajo personal, pues es muy artesanal y pretérita. A continuación, se presenta el diagrama de los procesos para la transformación de la arcilla en productos cerámicos como el ladrillo:

Figura 2. Diagrama de procesos de producción de ladrillo.



Fuente: Propia.

2.2.2.1. Extracción de materia prima

La materia prima para la actividad ladrillera es la arcilla, la cual, es extraída de rocas de arcilla de manera manual en todas las ladrilleras. Este proceso no cuenta con

ningún tipo de plan que evite, minimice o repare los daños causado a los ecosistemas, simplemente sacan de forma rudimentaria con picos y palas la arcilla de la mina hasta que se termine o se dificulte su extracción.

La actividad de extracción de arcilla se realiza de diferentes tipos, los cuales son: pozos, terrazas o bancos.

Pozos: Son un tipo de explotación subterránea a cielo abierto de arcilla, la mayoría de veces están por debajo del nivel freático, por ello, la arcilla contiene un alto grado de humectación; generalmente se realiza en las partes planas.

Bancos: Son un tipo de explotación a cielo abierto de arcilla, generalmente se realiza en las minas de materiales arcillosos que se encuentran en las partes de colinas de Pueblillo, es decir, los terrenos cuentan con un grado de pendiente. Las excavaciones en forma de bancos son las más profundas y algunas tienen flujos de agua permanente.

Terrazas: Son un tipo de explotación de arcilla a cielo abierto en el cual se van formando terrazas para darle estabilidad al terreno, este tipo de explotación no es muy común en el sector de Pueblillo, predominan más los bancos y pozos.

Figura 3. Tipos de extracción de arcilla



Fuente: Propia.

2.2.2.2. Transporte de materia prima

Luego de la extracción de la arcilla se tiene que transportar hasta los “galpones”, como lo llaman los alfareros que son las mismas ladrilleras. Este transporte de la materia prima depende de las distancias desde la mina de extracción hasta los galpones y de las cantidades de arcilla que vayan a utilizar. En algunas ladrilleras este traslado del material lo hacen de la forma más rustica y pretérita que consiste en utilizar caballos o buggys, otros utilizan camiones, volquetas y hasta tractores que faciliten el traslado, optimice la producción de ladrillo, y en algunos casos, que disminuyan los costos.

Figura 4. Transporte de materia prima.



Fuente: Propia.

2.2.2.3. Tratamiento de la materia prima

La arcilla utilizada para la fabricación de ladrillos necesita que se realice un debido tratamiento para mejorar la calidad del producto final, este tratamiento es diferente debido a las técnicas utilizadas para el moldeo. Lo que busca el tratamiento es eliminar las impurezas, eliminar la materia orgánica, dar la plasticidad requerida para el moldeo de los adobes, entre otros factores.

Para el tratamiento de la materia prima se tienen las siguientes fases:

- ✚ Pre-mezcla: en esta etapa se arruman o disponen la arcilla, arena y agua, generalmente a un costado de la moledora o trituradora, se eliminan los bloques de gran tamaño (terrones), las piedras si existen y la materia orgánica como hojas, raíces, cascaras, etc. A este arrume de materiales se le llama pila de acopio, se mezclan y se deja lista la mezcla para molerla. La cantidad de materiales varía dependiendo del tipo de arcillas que utilicen y la cantidad de piezas que se vayan a elaborar.

Figura 5. Mezcla de arcilla, arena y agua.



Fuente: Propia.

- ✚ Trituración y mezcla: En la segunda fase, los materiales de la pre-mezcla se trituran y se mezclan homogéneamente, de tal forma, que la mezcla resultante presente la plasticidad y textura adecuada para el moldeo de los adobes. Se utilizan trituradoras/mezcladoras para el moldeo manual y trituradoras/cortadoras para el moldeo mecanizado.

Figura 6. Mezcladoras



Fuente: Propia.

- ✚ Acarreo y maduración de la mezcla: en filas longitudinales en las ramadas se almacena la mezcla, utilizando un buggy o carreta, se tapa con un plástico y se deja por 4 – 5 días para que la materia orgánica se degrade y no disminuya la calidad de los productos finales. El acarreo longitudinal se hace simplemente para tener más facilidad a la hora del moldeo de los adobes.

Figura 7. Acarreo y maduración de la mezcla



Fuente: Propia.

2.2.2.4. Moldeo

Luego de tener la mezcla lista se procede al moldeo de los adobes, este moldeo se realiza de dos formas: manual y mecanizado (cortadora). Cuando el moldeo es manual la mezcla que se utiliza ha reposado de 4 – 5 días y cuando el moldeo es utilizando una cortadora la mezcla utilizada no ha tenido degradación de la materia orgánica. Mediante el moldeo manual se hacen de 1000 a 1500 piezas en un día y con la cortadora se hacen 2000 piezas en 3 horas. Los adobes fabricados tienen medidas de 24x12x8 cm en promedio.

Figura 8. Moldeo



Fuente: Propia.

2.2.2.5. Secado

El secado es un proceso que busca deshidratar los adobes fabricados, este proceso puede durar 15 días si se están en verano o hasta 30 días si es invierno, es decir, depende de las condiciones climáticas y el tipo de infraestructura, en Puebla son ramadas, con estructura hecha en guadua o madera y el techo en zinc. Primeramente, se extienden los adobes en el piso de la ramada y cuando obtienen

la dureza suficiente para ser movidos son acarreados en pilas verticales, allí duran hasta perder entre el 80 – 90% de humedad.

Figura 9. Secado.



Fuente: Propia.

2.2.2.6. Cocción

Luego de que los adobes han perdido entre el 80 – 90% de agua, son transportados en buggy o carretas desde la estructura de secado (ramada) hasta el horno. El cargue del horno es el proceso, en el cual, se empiezan a arrumar los adobes dentro del horno de forma intercalada permitiendo que queden espacios entre adobe y adobe y sea permisible el paso del calor que permite la quema.

Luego de que el horno está cargado se procede a encenderlo, para ello hay que pre-calentar el horno utilizando leña seca, plásticos, ACPM y/o gasolina. Luego de que se ha hecho el proceso de pre-calentado durante 1 – 3 horas se procede a alimentarlo con leña, en este proceso se utilizan hasta 50 m³ de madera que puede ser leña o recortes de madera y finalmente, se sigue alimentando al horno con cisco de café hasta completar las 36 horas, allí se consumen 200 bultos de cisco de café.

Los hornos empleados para la cocción de ladrillo son tipo pampa, fabricados en ladrillo y arcilla (barro), las temperaturas superan hasta los 800 °C y la capacidad varía dependiendo de las dimensiones, pueden almacenar hasta 30.000 piezas cerámicas. El tiempo de cocción también puede variar debido a que depende de las condiciones climáticas, el tipo de combustible, la capacidad de almacenamiento del horno, las características del horno, la humedad de los adobes, el tamaño de los adobes (si cambian el tamaño promedio) y la pericia del operador que en la mayoría de casos es diferente a los operadores de la ladrillera.

Figura 10.Cocción.



Fuente: Propia.

Hornos

En el sector de Pueblillo se utiliza únicamente hornos tipo pampa, son hornos abiertos, de estructura robusta, de poca capacidad y de bajo costo al momento de hacerlos, además, el mantenimiento es muy poco durante su vida útil. La operación de estos hornos es relativamente fácil, se enciende y se alimenta de forma manual, generalmente tienen 6 y 8 bocas con sus respectivos ceniceros, los cuales, varían entre 6 y 12. La efectividad de estos hornos dependen de diferentes factores como: la calidad de la arcilla a procesar, la ubicación, la dirección del viento, la altura de los ceniceros, las dimensiones de las bocas, las medidas internas del mismo, la humedad tanto de los adobes como del combustible a emplear, la época del año, la

pericia del operador, entre otros. La relación existente entre el ancho y largo del horno es un factor fundamental para su eficiencia, este tipo de hornos necesitan ser más largos que anchos para que la distribución del calor permita dar una cocción uniforme y completa de los adobes.

Figura 11. Hornos.



Fuente: Propia.

Combustibles

Para el proceso de cocción se utilizan diferentes combustibles, lo más comunes son la leña, recortes de madera y el cisco de café, pero también, en ocasiones se utilizan materiales como ACPM, plásticos, llantas, neumáticos, cartón, aserrín y viruta de madera.

Figura 12. Combustibles.



Fuente: Propia.

2.2.2.7. Descargue y comercialización

Luego de que se apaga el horno se deja de 6 – 8 horas para su enfriamiento, luego se descarga el horno que generalmente es directamente a los vehículos que transportan los ladrillos sin imperfecciones. La comercialización de los productos se hace en el lugar de producción, es decir, en las ladrilleras; allí llegan los compradores y cargan los vehículos.

Figura 13. Descargue y comercialización.



Fuente: Propia.

2.2.3. Definición de la arcilla

El término de arcilla proviene del latín “argilla” y este del griego “argos” o “argilos” que significa blanco, por el color que tiene este tipo de material, aunque este puede cambiar de coloración desde blanco hasta rojo y es debido a las impurezas que contenga [22]. Las arcillas son materiales muy finos y tienen un cierto grado de plasticidad al humectarse y adquieren cierta dureza al calentarlas por encima de los 800 °C, están compuestas por partículas sólidas con diámetro menor a 2μ (0,002

mm), formadas a partir de roca sedimentaria descompuesta y constituidas principalmente por aluminosilicatos procedentes de la meteorización de las rocas con iones principalmente de Mg, Fe, K y Na [23].

2.2.4. Tipos de arcillas

Las arcillas se dividen en diferentes grupos y su clasificación se puede realizar por su quimismo (contenido de alúmina), mineralogía (tipo de minerales), su origen geológico (tipo de sedimentación), propiedades físicas (plasticidad), utilidades industriales (refractarias, comunes) o su comportamiento geotécnico [24]. A continuación, se clasifican atendiendo su mineralogía, la cual, es de relevancia en esta investigación:

Las arcillas contienen primordialmente minerales arcillosos (filosilicatos) y no arcillosos, estos son los que imparten tanto la plasticidad del material como las propiedades de secado y de cocción de las piezas hechas con dichas materias primas. Según la estructura de la arcilla se pueden clasificar en:

- ✚ **Montmorillonitas:** Pertenecen al grupo de las esmectitas, las cuales, son una clase general de silicatos laminares y al subgrupo dioctaédricas, estas se denominan arcillas expansivas debido a su composición, la cual, permite que el agua penetre entre las láminas y les proporcione un alto índice de plasticidad. La presencia de estos materiales en la industria cerámica genera inconvenientes, debido que al momento del secado pierden volumen y disminuye el tamaño de las piezas, por eso, su uso debe de ser controlado. La composición química de las montmorillonitas puede expresarse como $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ [25].
- ✚ **Illitas:** Pertenece al grupo de las micas, en las cuales, los minerales no son expandibles y el índice de plasticidad de estos minerales es menor que el de las montmorillonitas, pero su plasticidad aumenta a medida que disminuye el tamaño del grano. La presencia de potasio en su estructura le proporciona cierto poder fundente en el proceso cerámico. La composición química de la illita puede expresarse como $\text{KAl}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- ✚ **Caolinitas:** Pertenecen al grupo de las kanditas, las cuales, son las mejores arcillas para la industria cerámica, este tipo de arcillas tienen un bajo contenido de hierro y son de colores claros como el blanco o gris claro. Son minerales arcillosos compuestos principalmente por silicatos hidratados de aluminio; su composición aproximada es $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [26]. Una arcilla que presente abundancia de caolinita mayor al 20% tiende a aumentar su resistencia a la cocción, es decir, requiere temperaturas mucho más altas, lo que se conoce como poder de refractariedad o refractariedad simplemente, ofrece baja plasticidad, se seca fácilmente y no tiene buena resistencia mecánica [25].

También hay otros grupos de arcillas comunes, pero que en este trabajo no se determinan para establecer los posibles usos que se le puedan dar a las arcillas de la vereda de Pueblillo:

Tabla 1. Clasificación de los minerales arcillosos más comunes

	DIOCTAEDRICOS		TRIOCTAEDRICOS	
BILAMIANRES T:0 T:1	KANDITAS	Caolinita	SERPENTINAS	Antigorita
		Nacrita		Crisotilo
		Dickita		Lizardita
		Halloisita		Bertierina
	MICAS	Illita	MICAS	Flogopita
		Moscovita		Biotita
		Paragonita		Lepidolita
		Pirofillita		Talco
TRILAMINARES ST:0:T 2:1	ESMECTITAS (Expansibles)	Montmorillonita	ESMECTITAS	Saponita
		Beidelita		Hectorita
		Nontronita		Sauconita
		Vermiculita		
	ATAPULGITAS (Fibroso)	Paligorskita	ATAPULGITAS	Sepiolita
T:0:T:0 2:1:1	CLORITAS	Sudoitas	CLORITAS	Clinocloros
				Proclorita

Fuente: Espitia *et al.* [25].

En la literatura se encuentran muchas otras clasificaciones que dependen de las propiedades de la arcilla, pero que es esta investigación no son necesarios a tener en cuenta.

2.2.5. Tipos texturales del suelo

La textura hace referencia a la composición granulométrica de la fracción inorgánica del suelo. El IGAC [27], define la textura del suelo como: “Propiedad física de los suelos que se relaciona con la distribución del tamaño de las partículas minerales y se refiere a las proporciones porcentuales de arcilla, limo y arena que contiene un suelo determinado, que al ser relacionadas entre sí en un triángulo textural definen la clase textural del mismo”.

Según el contenido de Arena (A), Limos (L) y Arcilla (Ar), el suelo puede tener diferente tipo de textura, en total son 12:

Tabla 2. Porcentajes de Ar, L y A para las clases texturales.

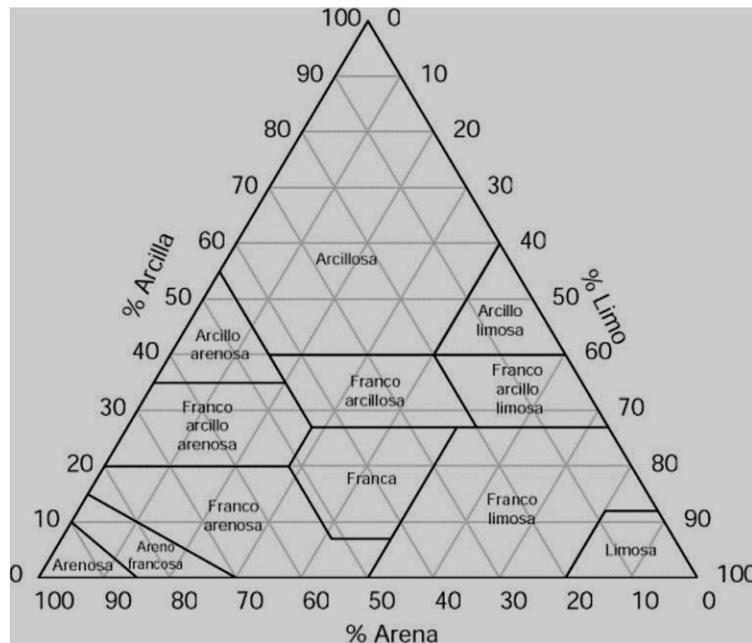
Símbolo	Clase textural	% Ar	% L	% A
A	Arcillosa	40 - 100	0 - 40	0 - 45
AL	Arcillo limosa	40 - 60	40 - 60	0 - 20
Aa	Arcillo arenosa	35 - 55	0 - 20	45 - 65
FA	Franco arcillosa	27 - 40	15 - 52	20 - 45
FAL	Franco arcillo limosa	27 - 40	40 - 73	0 - 20
FAa	Franco arcillo arenosa	20 - 35	0 - 28	45 - 80
F	Franca	7 - 27	28 - 50	23 - 52
FL	Franco limosa	0 - 27	74 - 88	20 - 50
Fa	Franco arenosa	0 - 20	0 - 50	50 - 70
L	Limosa	0 - 12	88 - 100	0 - 20
aF	Areno francosa	0 - 15	0 - 30	70 - 86
a	Arenosa	0 - 10	0 - 14	86 - 100

Fuente: FAO [28].

Las tres primeras texturas son los suelos más finos y adecuados para la actividad cerámica.

Para determinar la clase estructural con exactitud se utiliza un diagrama triangular de las clases texturales que permite medir, en porcentajes, la cantidad de arcilla, limo y arena en una muestra de suelo:

Figura 14. Diagrama triangular de las clases texturales básicas del suelo según el tamaño de las partículas



Fuente: IGAC [27].

2.2.6. Método de Bouyoucos o del hidrómetro

Las clases texturales se determinan mediante diferentes métodos, el utilizado en este trabajo de investigación es el método de Bouyoucos, el cual, aplica los principios de la Ley de Stokes y así establece que las partículas del suelo se sedimentan, en un medio, a diferentes velocidades dependiendo de su tamaño, densidad y configuración. El método logra que las partículas caigan a través de una columna de líquido viscoso, generalmente agua y se determina la cantidad de sólidos en suspensión por medio de un hidrómetro, el cual, por el principio de Arquímedes se sumergirá en mayor extensión cuanto menor sea la densidad de la solución. Se debe tener cuidado especial con la temperatura que influye en la velocidad de sedimentación [27].

Este método fue propuesto por Bouyoucos en 1962, quien determinó que luego de transcurrido un tiempo de 40 segundos la arena (diámetro > 50 micras) se sedimenta y no interfiere en la determinación de la cantidad de limo + arcilla en suspensión y que luego de dos horas el limo (diámetro > 2 micras y < 50 micras) se sedimenta y se puede, entonces, determinar la cantidad de arcilla en suspensión, las dos lecturas se hacen sobre la escala del hidrómetro [27].

2.2.7. Actividad cerámica

La historia de la cerámica se remonta a los años 10000 y 8000 a.C. La alfarería apareció al mismo tiempo que se desarrollaba la agricultura y se utilizaba para la fabricación de vasijas para almacenar alimentos, piezas de carácter funerario, objetos foco de adoración y otros elementos que eran decorados con engobes y pulidas. Actualmente, la cerámica es muy importante y se aplica en muchos campos como la infraestructura, ingeniería, la ciencia, la investigación, cosméticos, medicina, artesanías, entre otros [29].

Los materiales cerámicos se distinguen por su inalterabilidad y estabilidad de forma, dureza y resistencia mecánica al calor y a la intemperie, elevada capacidad aislante a la electricidad, así como buena resistencia a la corrosión frente a numerosos agentes químicos. Estas virtudes se deben a los fuertes enlaces que mantienen unidos sus constituyentes, propiedad que a la vez es la causante del mayor inconveniente que presentan; su fragilidad. También, los cerámicos se clasifican en cerámica roja que comprende los ladrillos, tejas y alfarería común; la cerámica fina que va desde el gres, la cerámica para baños e instalaciones sanitarias a la vista, hasta la loza y vajillería fina; los refractarios para procesos que se realizan a altas temperaturas y la porcelana aislante eléctrica comúnmente usada en transformadores, rosetas e interruptores, la cerámica artística, la cerámica química y la porcelana para prótesis dental [30].

La actividad cerámica en Colombia se encuentra dentro del sector manufacturero, representa el 0,6% de las ventas y el 0,9% del empleo del sector [31]. Esta actividad se realiza desde épocas prehispánicas, como en Ráquira, un pueblo famoso por la alfarería que se realiza desde antes de la llegada de los españoles, no solo con fines encaminados a satisfacer las necesidades domésticas sino con fines comerciales [32].

2.3. BASES LEGALES

Se describe a continuación la legislación minera y ambiental aplicable a la actividad de extracción de minerales no metálicos

2.3.1. Legislación de la actividad minera

En la siguiente tabla se relaciona la legislación minera aplicable en el territorio nacional:

Tabla 3. Legislación minera.

NORMA	ALCANCE
Ley 685 de 2001	Por el cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones
Ley 1382 de 2010	Por el cual se modifica la ley 685 de 2001 código de minas
Decreto 1073 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía
Decreto 0276 de 2015	Por el cual se adoptan medidas relacionadas con el Registro Único de Comercializadores –RUCOM.
Decreto 1666 de 2016	Por el cual se adiciona el decreto único reglamentario del sector administrativo de minas y energía, 1073 de 2015, relacionado con la clasificación minera.
Resolución 41107 de 2016	Por la cual se incluyen y modifican algunos términos del glosario técnico minero
Resolución 422 de 2016	Por medio de la cual se establece el procedimiento para la terminación de la aprobación del sub contrato de formalización minera.
Ley 1955 de 2019	Por la cual se expide el plan nacional de desarrollo 2018 – 2022. “pacto por Colombia, pacto por la equidad”

Fuente: Adaptado por los autores.

2.3.2. Aspectos ambientales

Dentro de la actividad ladrillera y de alfarería se ven afectados los recursos naturales, a continuación, se presenta la normatividad en relación con los recursos naturales y el medio ambiente:

Tabla 4. Legislación ambiental.

NORMA	ALCANCE
Decreto 2811 de 1974	Se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del medio ambiente, fundado principalmente en que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia, desarrollo económico y social de las comunidades.
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Resolución 0627 de 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución 610 de 2010	Por la se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006, la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Decreto 2767 de 2012	Por el cual se reglamenta las tasas retributivas por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras disposiciones.
Decreto 1076 de 2015	Decreto único reglamentario del sector de ambiente y desarrollo sostenible
Ley 1333 de 2009	Por el cual se establece el proceso sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones

Fuente: Adaptado por los autores.

3. METODOLOGÍA

Para diagnosticar la actividad ladrillera y caracterizar el tipo de arcillas empleadas en la Vereda de Pueblillo, Popayán, Cauca, y finalmente plantear alternativas de producción con el propósito de buscar una reconversión laboral para una producción alfarera más sostenible se realizaron cuatro fases: Fase I: Diagnostico socioambiental de la actividad ladrillera, Fases II: Evaluación de impacto ambiental, Fase III: Caracterización del tipo de arcillas y la Fases IV: Planteamiento de alternativas de producción.

3.1. FASE I: Diagnóstico socioambiental de la actividad ladrillera

El diagnostico socioambiental de la actividad ladrillera en la Vereda de Pueblillo se realizó con la recopilación de información mediante un trabajo de campo en cada

una de las ladrilleras, de tal manera, que se pudiera conocer sobre el estado socioeconómico de los alfareros y la capacidad artesanal, pequeña-industria o industrial de la actividad alfarera en el sector. Por otra parte, para estimar los impactos ambientales se realizó una evaluación de impacto ambiental en los puntos en donde había actividad ladrillera.

La actividad ladrillera en la Vereda de Pueblillo se realiza de tres formas: diagnóstico socioeconómico de los alfareros y el estado de la planta física, maquinaria y equipo.

3.1.1. Diagnóstico del estado y capacidad de maquinaria y equipo

Con el fin de conocer el nivel de tecnificación en la producción de ladrillo en cada una de las ladrilleras se realizó un diagnóstico, el cual, mediante la recolección de información en un formato (Ver *tabla 5*) se hizo una revisión de la cantidad, tipo y estado de maquinaria y equipo que utilizaba cada galpón para la producción de ladrillo común.

3.1.2. Diagnóstico del estado de la planta física de las ladrilleras

Se utilizó la misma metodología para el tipo, cantidad y estado de la planta física, con una revisión detallada de las estructuras como hornos y ramadas se recolectó la información, utilizando un formato (Ver *tabla 5*) el cual permitió registrar datos de medidas y cantidad.

3.1.3. Diagnóstico socioeconómico de los alfareros

Finalmente, mediante una encuesta incluida en el mismo formato se hizo una valoración socioeconómica, se tuvieron en cuenta aspectos como el seguro social, el valor de un día trabajado, la cantidad de personas por ladrillera, la cantidad de familias que dependían de la actividad, nivel académico, entre otros aspectos considerados.

Este diagnóstico es muy importante debido que las técnicas de producción cerámica no son conocidas por ellos, por lo tanto, para una producción diferente al ladrillo común es necesario educar a los alfareros con métodos que les permita generar productos de calidad.

3.1.4. Diagnóstico ambiental

También, en el formato se encuestó el modelo de operación de las ladrilleras para poder determinar los impactos ambientales de manera más específica, como lo es: consumos de leña, tipos de extracción de materiales (arcilla, agua, arena, etc.), métodos de explotación, tiempos y espacios de operación, de tal forma, que se puedan estimar las afectaciones mensuales y anuales a los recursos naturales.

Tabla 5. Formato para el diagnóstico de la actividad ladrillera.

DIAGNOSTICO DE LA ACTIVIDAD LADRILLERA EN PUEBLILLO, POPAYÁN, CAUCA						
PROPIETARIO						
UBICACIÓN	LONGITUD (O)		LATITUD (N)		ALTURA (m.s.n.m.)	
TRATAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA						
EXTRACCIÓN			SISTEMA DE EXPLOTACION			
TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA						
PRE-MEZCLADO						
TRITURADO Y HOMOGENIZACIÓN						
MADURACIÓN						
MOLDEO						
SECADO						
COCCIÓN						
ALMACENAJE						
COMERCIALIZACIÓN						
DURACION DEL SECADO (DIAS)						
COMBUSTIBLE	Leña		CONSUMO POR QUEMA	Leña (m ³)		
	Cisco de café			Cisco de café (bultos)		
	Retales			Retales (m ³)		
	Otros			Otros		
PRODUCCION/QUEMA (UNIDADES)			PROCUCCION DIARIA (UNIDADES)			
DURACION DE QUEMA (HORAS)			FRECUENCIA DE QUEMA (MESES)			
DIMENSIONES LADRILLO (cm)	LARGO		ANCHO		ALTO	
AREA DESTINADA PARA EXLOTAR(Ha)						
DIAGNOSTICO DEL ESTADO DE LA PLANTA FISICA						
NUMERO DE ESTRUCTURAS		ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS				
TIPO DE MATERIAL EN EL QUE ESTAN CONSTRUIDAS						
TIPO DE HORNO			NUMERO DE BOCAS			

DIMENSIONES DEL HORNO (m)							
LARGO (m)		BOCAS	CANTIDAD		CENIZERO	CANTIDAD	
ANCHO (m)			ANCHO (cm)			ANCHO (cm)	
ALTO (m)			ALTO (cm)			ALTO (cm)	
DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO DE ALFAREROS							
NUCLEO FAMILIAR PROPIETARIO							
PERSONAL MENSUAL							
EXTRACCIÓN		SECADO (EMPARRILLADO)					
TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA		CARGUE DEL HORNO					
TRITURADO Y HOMOGENIZACIÓN		ACARRERO DE COMBUSTIBLE					
MADURACIÓN		COCCION (HORNEADO)					
MOLDEO		DESCARGUE DEL HORNO					
DIAS/SEMANA		DIAS/MES					
TOTAL, TRABAJADORES/MESES		PRECIO DE LADRILLO					
PRECIO JORNAL		COSTO MANO DE OBRA					
SEGURIDAD SOCIAL		VALOR BRUTO PRODUCCION					
DILIGENCIÓ							
FECHA							

Fuente: Semillero de Investigación en Minería Responsable – SIMIR.

3.2. FASE II: Evaluación de Impacto Ambiental - EIA

Para cuantificar el impacto ambiental de las ladrilleras se realizó una evaluación de impactos ambientales utilizando la matriz de Leopold, la cual permite establecer el nivel de impacto al recurso bosque, al suelo, al agua y al aire.

La matriz permitió medir el impacto a los componentes ambientales y determinar los componentes más impactados por la actividad ladrillera, al mismo tiempo, la matriz permitió medir las actividades que más impactan tanto positiva como negativamente. Los impactos negativos y los positivos se evaluaron en matrices diferentes.

La evaluación de los impactos es la siguiente:

VIA: Valoración de Impacto Ambiental

La caracterización del tipo de arcillas que hay en la vereda de Pueblillo permite plantear posibles usos alternativos de producción, por ello, se caracterizaron las diferentes arcillas existentes en la Vereda de Pueblillo que emplean los alfareros, las cuales, se clasifican según el tipo de arcilla y su textura, esta caracterización se realizó mediante diferentes técnicas previamente reportadas.

3.3.1. Observación de los perfiles del suelo

Mediante la observación de las características físicas del suelo en los lugares de extracción de la arcilla utilizada se puede determinar los posibles tipos de arcilla. Mediante formatos se recolectó la información de cada uno de los puntos de extracción de los diferentes materiales arcillosos utilizados por los alfareros.

Tabla 7. Formato para la observación de los perfiles del suelo

OBSERVACIÓN DE LOS PERFILES DEL SUELO		
PARAMETROS	COMPONENTES DOMINANTES	APLICA
Aguas turbias de coloraciones amarillo rojo-café	Montmorillonitas, lilitas y salinidad en el suelo	
Aguas Claras	Calcio, Magnesio o suelo rico en hierro, suelos altamente ácidos, arenas	
Aguas con tonos azules	Caolines no salinos	
Zanjas de erosión o tubificaciones en el suelo natural	Arcillas salinas, usualmente montmorillonitas	
Ligeras erosiones o tubificaciones en el suelo natural	Caolinitas	
Desprendimiento del suelo	Caolinitas y cloritas	
Microrelieve superficial	Montmorillonitas	
Formaciones rocosas graníticas	Caolinitas micas	
Formaciones rocosas basálticas, de buen drenaje	Caolinitas	
Formaciones rocosas areniscas	Caolinitas	
Formaciones de lutitas y pizarras	Montmorillonitas, lilitas y salinidad en el suelo	
Formaciones rocosas calizas	Montmorillonitas, alcalinas y cloritas (silicatos de Mg y de Fe también de Al)	
Formaciones piroclásticas	Montmorillonitas	
Arcillas moteadas jaspeadas con coloraciones roja, naranja, blanca	Caolinitas	

Arcillas moteadas jaspeadas con colaciones gris, naranja, amarillas	Montmorillonitas	
Arcilla gris, oscura y negra	Montmorillonita	
Arcilla café o café rojiza	Ilitas con montmorillonitas	
Arcilla gris claro o blancas	Caolinitas y bauxitas (con Al)	
Partículas pequeñas de alta refracción (micas)	Suelos micáceos (Silicatos de Al y Mg)	
Cristales pequeños fácilmente disgregables	Suelos ricos en Yeso o Zeolitas	
Suelos solubles en ácido	Carbonatos	
Nódulos duros rojizos	Hierro laterítico	
Agrietamientos amplios y profundos de 5 a 6 cm	Ilitas ricas en Calcio y montmorillonitas	
Agrietamientos amplios y profundos de 30 cm o más	Ilitas	
Suelos disgregables de color negro	Suelos orgánicos y turba	
Suelos disgregables de textura abierta y bajo contenido de arcillas	Carbonatos, limos y arenas	
Suelos con apariencias rugosas	Montmorillonitas	

Fuente: Mecánica de los suelos

Con el análisis del lugar de extracción de la muestra se dio una primera clasificación del tipo de arcillas presentes. Además, se georreferenció la mina de arcilla, se recolectó la evidencia fotográfica y las muestras físicas para su posterior clasificación.

3.3.2. Determinación de la textura del suelo

La determinación de la textura del suelo nos permite identificar el contenido de arcilla, limo y arena que contiene una muestra, de tal forma, que se pudieran conocer propiedades como la capacidad de retención de agua, grado de plasticidad, adherencia o la facilidad para moldear el material. Esta textura al suelo se determinó mediante diferentes técnicas, unas aplicadas en campo y otras mediante ensayos de laboratorio.

3.3.2.1. Ensayo del tacto

Se basa en estudiar el comportamiento del suelo en estado seco y húmedo, en su grado de plasticidad o adherencia; se realizó mediante el método de Tamés [27], el cual consiste en humedecer una porción de tierra hasta alcanzar el punto de

adherencia y luego se moldea en diferentes formas, según la facilidad de manejo de la muestra de suelo se puede tener [28], [29]:

Tabla 8. Interpretación del ensayo al tacto.

Arenosa	El suelo permanece suelto y los separados se advierten individualmente, pudiendo sólo ser amontonados en la forma de una pirámide. No se pueden hacer filamentos de 3 mm de diámetro.
Franco arenosa	El suelo es algo cohesivo, pudiendo ser moldeado en la forma de una esfera.
Franco limosa:	El suelo puede ser enrollado formando un cilindro grueso y corto,
Franca:	El suelo puede enrollarse en un cilindro de 15 cm. de longitud.
Franco arcillosa:	El suelo forma un cilindro en U.
Arcillosa:	El suelo forma un anillo.

Fuente: Manual de edafología.

Luego que se realizó estas observaciones, se puede sacar una primera respuesta de la textura de la muestra estudiada, se registra la información en la siguiente tabla:

Tabla 9. Determinación de la textura al Tacto

MUESTRA	UBICACIÓN	COMPORTAMIENTO	TEXTURA

Fuente: SIMIR

3.3.2.2. Prueba de inmersión en agua

Se utilizó agua destilada sin agentes dispersantes para realizar la prueba al grumo, se colocó un pequeño grumo de la muestra de arcilla (secado al aire del tamaño de un fríjol), dentro de un vaso de vidrio claro con el agua y se observó su comportamiento. Luego se realizó el mismo procedimiento, pero agitando el vaso de vidrio, de igual forma se observó el comportamiento y se registró.

Tabla 10. Determinación de la textura con la prueba al grumo

MUESTRA	UBICACIÓN	COMPORTAMIENTO	TEXTURA

Fuente: Propia.

3.3.2.3. Determinación de la textura con el método de Bouyoucos

La determinación de la textura del suelo según el tamaño de las partículas se realizó utilizando el método del hidrómetro o método de Bouyoucos, el cual, permitió medir los porcentajes de contenido de arena, arcilla y limos presentes en las muestras de suelo obtenidas en las minas de arcillas de la vereda de Pueblillo. [30], [31], [32], [33] y [34].

Para realizar la prueba se contó con la ayuda del laboratorio de suelos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Cauca de la Gobernación del Cauca, el cual, cuenta con los elementos necesarios para aplicar el método de Bouyoucos y proveer resultados de calidad y confiables.

➤ Toma de muestras:

Las muestras a las que se les aplicó la prueba de laboratorio se recolectaron en cada una de las minas, en las cuales, los alfareros extraen la materia prima para la fabricación de ladrillo común. En cada una de las minas se recolectaron muestras de 1 Kg de suelo, se mezclaron y se seleccionó una fracción de 1 Kg, luego, se empacaron en bolsas plásticas con cierre hermético y se rotularon. La información que se registró para la rotulación fue la siguiente: Nombre, correo, propietario de la muestra, número de la muestra, teléfono y tipo de prueba de laboratorio a realizar. Finalmente, se llevaron al laboratorio el mismo día de su recolección.

La información adicional que se registró para cada muestra es la siguiente:

Tabla 11. Información para la recolección de las muestras.

Muestra #		
Georreferenciación	Longitud	Latitud
Propietario		
Profundidad		

Fuente. Propia.

3.4. FASE IV: Formulación de alternativas de producción

Se realizó una revisión bibliográfica sobre los tipos de arcillas utilizadas en la alfarería y producción de piezas cerámicas para identificar los posibles usos diferentes a la elaboración de ladrillo tolete o común, estos usos alternativos se plantearon con la finalidad de buscar una re-conversión laboral de la actividad ladrillera, la cual, busca lo siguiente: aprovechar la capacidad, talento, cultura alfarera y artesana existente desde la era hispánica en la vereda de Pueblillo, aprovechar el escenario turístico, cultural y comercial nacional e internacional de la ciudad de Popayán, mejorar los ingresos económicos de los beneficiarios de las ladrilleras, mejorar las condiciones socioeconómica de los beneficiarios de las ladrilleras y disminuir los impactos negativos causados al medio ambiente.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Resultados

La vereda de Pueblillo tiene actualmente 8 ladrilleras activas, se ha reducido la actividad en un 67% en comparación con los años anteriores:

Tabla 12. Disminución de la producción (%) ladrillera con respecto al 2012.

AÑO	CANTIDAD DE LADRILLERAS	DISMINUCIÓN DE PRODUCCIÓN (%)	FUENTE
2012	24	0%	Análisis socio-ambiental de la actividad ladrillera en Popayán [14]
2017	24	0%	SIMIR
2018	19	21%	SIMIR
2019	8	67%	SIMIR

Fuente: propia.

Son diferentes factores los que han disminuido el cierre definitivo y/o parcial en las ladrilleras, pero las principales causas según los propietarios son el aumento en los costos de producción en comparación con los costos de comercialización del ladrillo, esto es debido a la falta de tecnificación, el costo para conseguir la materia prima, la desvalorización del ladrillo debido a la competencia comercial con los otros sectores ladrilleros, entre muchos otros factores que tienen en una crisis económica, social y ambiental al sector de Pueblillo.

La investigación para determinar los posibles usos alternativos de producción cerámica en la vereda de Pueblillo se realiza en siete ladrilleras, las cuales, tienen minas propias de arcilla y actualmente están operando, ellas son:

Tabla 13. Ladrilleras en operación

Ladrillera #	Propietario	Ubicación		
		Longitud (O)	Latitud (N)	Altitud (msnm)
Ladrillera 1	Raúl Girón	76°35'7.87"	2°26'45.27"	1780
Ladrillera 2	Hernando Girón	76°35'10.17"	2°26'43.93"	1784
Ladrillera 3	Jorge Girón	76°35'11.61"	2°26'42.44"	1786
Ladrillera 4	Luis Girón	76°35'10.61"	2°26'41.88"	1786
Ladrillera 5	Bernardo Girón	76°35'7.44"	2°26'36.96"	1807
Ladrillera 6	Jimmy Cruz	76°35'11.10"	2°26'34.38"	1806
Ladrillera 7	Octavio Paz	76°34'29.73"	2°26'42.60"	1866

Fuente: Propia.

4.1.1. Diagnóstico socioambiental de la actividad ladrillera

Mediante el trabajo de campo se recolectó toda la información correspondiente al diagnóstico socioambiental en cada una de las ladrilleras que operan en la vereda de Pueblillo, pues para realizar una reconversión laboral es necesario conocer el estado en el que operan las ladrilleras actualmente y así poder determinar su nivel de tecnificación como punto de apoyo para la producción de otro tipo de materiales como los productos cerámicos.

4.1.1.1. Diagnóstico del estado y capacidad de maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo que posee la ladrillera nos permitió conocer la facilidad o dificultad para poder generar productos diferentes al ladrillo común, se tuvo en cuenta todo tipo de maquinaria que utilizan en cada operación para procesar la arcilla que actualmente trabajan, también el estado y capacidad de cada una de ellas.

Tabla 14. Diagnóstico de la maquinaria

LADRILLERA	TIPO DE MAQUINARIA			MOLDEO		PRODUCCIÓN DIARIA (PIEZAS)	PRODUCCIÓN POR QUEMA (PIEZAS)
	MEZCLADORA	MOLEDORA	EXTRUSORA	MANUAL	MECANIZADO (CORTADORA)		
Ladrillera 1		X		X		1500	20000
Ladrillera 2		X		X		1500	20000
Ladrillera 3		X		X		1000	25000
Ladrillera 4		X		X		1500	30000
Ladrillera 5		X		X		2000	17000
Ladrillera 6		X			X	1000	19000
Ladrillera 7	X	X			X	1500	25000
TOTAL	1	7	0	5	2	10.000	156.000
					PROMEDIO	1.429	22.286

Fuente: Propia

La mayoría de las ladrilleras solo tenían moledora que es sumamente necesaria para procesar la arcilla, el resto de operaciones las realizan de forma manual y no mecanizada como el moldeo, la extracción de arcilla, la mezcla, entre otros procesos. Solo una ladrillera tenía una máquina que posee la mezcladora, moledora y cortadora (moldeadora) lo que optimiza la producción.

En cuanto a la extracción y transporte de materia prima, el tipo de maquinaria utilizada depende de la distancia a la que se encuentra la mina de arcilla de la ladrillera, en todas las ladrilleras la extracción es manual.

Tabla 15. Tipo de transporte de materia prima.

LADRILLERA	TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA				
	CABALLO	BUGGY	CAMIÓN	VOLQUETA	MOTOTRACTOR
Ladrillera 1	X				
Ladrillera 2		X		X	
Ladrillera 3		X			
Ladrillera 4		X			
Ladrillera 5		X			
Ladrillera 6					
Ladrillera 7			X		
TOTAL	1	4	1	1	1

Fuente: Propia.

Las ladrilleras que utilizan buggy son porque la mina de arcilla no supera los 100 metros de distancia o porque no es posible el tránsito de otra máquina, el resto si tienen que transportar la arcilla en volqueta, camión o moto tractor. Solo la ladrillera 1, aún utiliza caballos para transportar su materia prima.

Figura 15. Maquinaria utilizada en la vereda de Pueblillo.



Fuente. Propia.

4.1.1.2. Diagnóstico del estado de la planta física de las ladrilleras

El estado y capacidad de la planta física fue también un indicativo para determinar las condiciones de la actividad ladrillera en el sector y la posibilidad para innovar en la producción cerámica de la región.

Todas las ladrilleras en la planta física poseen dos tipos de elementos, el horno para la cocción del ladrillo que son construidos en ladrillo con barro y la ramada para el periodo de secado que debe de tener el adobe que se construyeron en guadua y zinc, ninguna de las ladrilleras tenía invernadero.

Tabla 16. Planta física de las ladrilleras

LADRILLERA	RAMADA			
	CANTIDAD	ESTADO		
		BUENO	REGULAR	MALO
Ladrillera 1	2		X	
Ladrillera 2	4		X	
Ladrillera 3	3		X	
Ladrillera 4	2		x	
Ladrillera 5	2		X	
Ladrillera 6	2		X	
Ladrillera 7	2		X	
TOTAL	17	0	7	0

LADRILLERA	HORNO									
	TIPO	DIMENSIONES			BOCAS			CENICEROS		
		LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	CANT	ANCHO (m)	ALTO (m)	CANT	ANCHO (m)	ALTO (m)
Ladrillera 1	PAMPA	3,80	4,10	2,90	6	0,45	0,50	6	0,45	0,35
Ladrillera 2	PAMPA	4,80	3,60	3,70	6	0,55	0,50	6	0,55	0,30
Ladrillera 3	PAMPA	4,80	3,90	3,30	6	0,55	0,40	12	0,25	0,25
Ladrillera 4	PAMPA	4,80	4,00	4,30	6	0,55	0,60	12	0,20	0,50
Ladrillera 5	PAMPA	4,00	3,70	2,60	6	0,50	0,55	12	0,20	0,30
Ladrillera 6	PAMPA	4,10	4,10	3,10	6	0,50	0,50	6	0,30	0,35
Ladrillera 7	PAMPA	4,80	3,80	4,30	8	0,50	0,50	8	0,50	0,30
TOTAL	7	-----	-----	-----	44	-----	-----	54	-----	-----
PROMEDIO	-----	4,38	3,90	3,32	6,29	0,52	0,51	9,00	0,33	0,34

Fuente: Propia.

Todas las ramadas están en un estado regular porque se encontraron muy deterioradas, igualmente los hornos tenían un estado regular, los hornos de las ladrilleras tienen en promedio 4,38 m de largo, 3,90 m de ancho y 3,32 m de altos, todos tenían la característica de poseer 6 bocas para la alimentación del combustible. Estas ladrilleras no poseían ningún otro tipo de instalación como baños, cocina, bodega, etc.

Figura 16. Planta física de las ladrilleras.



Fuente: Propia.

4.1.1.3. Diagnóstico socioeconómico de los alfareros

Los alfareros de Pueblillo tienen su conocimiento y destreza mediante un aprendizaje empírico y originario de sus familiares y amigos antepasados, por ello fue necesario conocer su estado económico, sociocultural, nivel académico y otros factores. Este proyecto está enfocado no solo en disminuir el impacto ambiental sino también en mejorar el estado socioeconómico de las personas beneficiarias de la actividad ladrillera en el sector de Pueblillo.

Tabla 17. Diagnostico socioeconómico de los alfareros de la vereda de Pueblillo.

LADRILLERA	SEGURIDAD SOCIAL	TRABAJADORES/MES	PRECIO JORNAL	NIVEL ACADÉMICO	FAMILIAS BENEFICIARIAS
Ladrillera 1	SISBEN	64	\$20.000	BÁSICA PRIMARIA	7
Ladrillera 2	SISBEN	64	\$20.000	BÁSICA PRIMARIA	6
Ladrillera 3	SISBEN	76	\$20.000	BÁSICA PRIMARIA	7
Ladrillera 4	SISBEN	71	\$20.000	BÁSICA PRIMARIA	8
Ladrillera 5	SISBEN	59	\$20.000	BÁSICA PRIMARIA	4
Ladrillera 6	SISBEN	70	\$20.000	BACHILLER	5
Ladrillera 7	SISBEN	65	\$20.000	BÁSICA PRIMARIA	7
TOTAL					44

Fuente: Propia.

4.1.1.4. Diagnóstico ambiental

En la encuesta se recopiló la siguiente información:

Tabla 18. Operación de las ladrilleras.

OPERACIÓN							
LADRILLERA	EXTRACCIÓN	METODO DE EXPLOTACIÓN			TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA		
		BANCOS	POZOS	TERRAZAS	CABALLO	BUGGY	MOTOR
Ladrillera 1	Manual		x	x	x		
Ladrillera 2	Manual		x	x		x	x
Ladrillera 3	Manual			x		x	
Ladrillera 4	Manual			x		x	
Ladrillera 5	Manual	x				x	
Ladrillera 6	Manual	x					x
Ladrillera 7	Manual	x		x			x
TOTAL	7	3	2	5	1	4	3

Fuente: Propia.

Los tratamientos que se le realizan son una mezcla de arena con arcilla, se fabrica el adobe y su secado es de 15 días si es verano o si no puede tardar hasta 30 días en deshidratación para poder llevarlo al horno. En cuanto al consumo de combustibles para quemar se tiene:

Tabla 19. Consumo de combustible.

CONSUMO DE COMBUSTIBLE						
LADRILLERA	COMBUSTIBLE		DURACIÓN QUEMA (HORAS)	FRECUENCIA DE QUEMA (MESES)	CONSUMO ANUAL	
	LEÑA CANTIDAD (m ³)	CISCO DE CAFÉ (BULTOS)			LEÑA CANTIDAD (m ³)	CISCO DE CAFÉ (BULTOS)
Ladrillera 1	4	200	36	1	48	2400
Ladrillera 2	10	200	36	1	120	2400
Ladrillera 3	20	200	36	1	240	2400
Ladrillera 4	20	200	36	1	240	2400
Ladrillera 5	50	200	36	1	600	2400
Ladrillera 6	12	200	36	1	144	2400
Ladrillera 7	25	200	36	1	300	2400
TOTAL	141	1400	252	7	1692	16800

Fuente: Propia.

4.1.1.5. Evaluación de impacto ambiental – EIA

Para realizar la evaluación de impacto ambiental se sectorizo en 4 áreas dónde se aplicó la matriz de Arboleda, esto se realizó según la ubicación de las ladrilleras y las características del entorno en que operaban:

Tabla 20. Áreas de aplicación de la matriz de Arboleda para la EIA.

AREA	Nombre	Longitud (O)	Latitud (N)
Área Girón	Raúl Girón	76°35'7.14"	2°26'44.76"
	Hernán Girón	76°35'1.34"	2°26'44.01"
	Jorge Girón	76°35'1.04"	2°26'42.53"
	Luis Girón	76°35'1.52"	2°26'42.36"
	Bernardo Girón	76°35'7.44"	2°26'36.96"
	Jimmy Cruz	76°35'11.10"	2°26'34.38"
	Octavio Paz	76°34'29.73"	2°26'42.60"

Fuente: Propia.

Área Girón: en esta sección se encuentran localizadas cuatro ladrilleras, se encuentran muy cerca entre ellas y las características de operación, de extracción de arcilla y su entorno son muy similares, por ello, se aplica una matriz que evalúe los impactos al medio ambiente que causan las ladrilleras. Las demás se encuentran

muy distanciadas y cambian las características según la localización en la que se encuentran. Para cada área se aplicaron dos matrices idénticas, una con los impactos negativos y otra con los impactos positivos.

Las matrices de Leopold realizadas para la evaluación de impacto ambiental se presentan en los *anexos 1 – 4*.

4.1.2. Caracterización del tipo de arcillas utilizadas en la vereda de Pueblillo

4.1.2.1. Observación de los perfiles del suelo

Se observaron las características físicas del suelo en los lugares de extracción de la arcilla utilizada por los alfareros de Pueblillo y se infirieron los tipos de arcilla de acuerdo a las particularidades de las aguas superficiales, el micro relieve en el suelo, colores en el suelo, entre otros factores físicos.

Con el análisis del lugar de extracción de la muestra se dio una primera clasificación del tipo de arcillas presentes. Además, se georreferenció la mina de arcilla, se recolectó la evidencia fotográfica y las muestras físicas para su posterior clasificación.

Lad. = Ladrillera

X = Cumple con la condición

Tabla 21. Observación de los perfiles del suelo.

OBSERVACIÓN DE LOS PERFILES DEL SUELO		Lad. 1	Lad. 2	Lad. 3	Lad. 4				Lad. 5			Lad. 6						
PARAMETROS	COMPONENTES DOMINANTES	NÚMERO DE LA MUESTRAS																
		1	2	1	2	1	2	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4
Aguas turbias de coloraciones amarillo rojo-café	Montmorillonitas, lilitas y salinidad en el suelo	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aguas Claras	Calcio, Magnesio o suelo rico en hierro, suelos altamente ácidos, arenas				X													
Aguas con tonos azules	Caolinitas no salinos				X													
Zanjas de erosión o tubificaciones en el suelo natural	Arcillas salinas, usualmente montmorillonitas	X					X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Ligeras erosiones o tubificaciones en el suelo natural	Caolinitas		X	X	X	X												
Desprendimiento del suelo	Caolinitas y cloritas		X	X	X	X						X	X					
Microrelieve superficial	Montmorillonitas	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Formaciones rocosas graníticas	Caolinitas micas																	
Formaciones rocosas basálticas, de buen drenaje	Caolinitas															X		X
Formaciones rocosas areniscas	Caolinitas																	
Formaciones de lutitas y pizarras	Montmorillonitas, lilitas y salinidad en el suelo	X	X	X		X	X				X	X	X		X			X
Formaciones rocosas calizas	Montmorillonitas, alcalinas y cloritas (silicatos de Mg y de Fe también de Al)																	
Arcillas moteadas jaspeadas con coloraciones roja, naranja, blanca	Caolinitas		X	X	X	X						X	X		X	X	X	X
Arcillas moteadas jaspeadas con coloraciones gris, naranja, amarillas	Montmorillonitas	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Arcilla gris, oscura y negra	Montmorillonita	X	X	X	X	X	X	X	X									
Arcilla café o café rojiza	lilitas con montmorillonitas	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Arcilla gris claro o blancas	Caolinitas y bauxitas (con Al)				X							X	X					X

Tabla 22. Inferencia de los componentes dominantes en cada muestra de suelo.

Ladrillera	Muestra	Componente dominante
Ladrillera 1	1	Montmorillonitas y suelos orgánicos
	2	Montmorillonitas y caolinitas
Ladrillera 2	1	Montmorillonitas y caolinitas
	2	Montmorillonitas y caolinitas
Ladrillera 3	1	Montmorillonitas y caolinitas
	2	Montmorillonitas
Ladrillera 4	1	Montmorillonitas e Ialitas
	2	Montmorillonitas e Ialitas
	3	Montmorillonitas e Ialitas
	4	Montmorillonitas e Ialitas
Ladrillera 5	1	Montmorillonitas, caolinitas, ilitas y suelos orgánicos
	2	Montmorillonitas, caolinitas, ilitas y suelos orgánicos
	3	Montmorillonitas
Ladrillera 6	1	Montmorillonitas, caolinitas y hierro laterítico
	2	Montmorillonitas, Ialitas, Caolinitas e hierro laterítico
	3	Montmorillonitas, caolinitas y hierro laterítico
	4	Montmorillonitas, caolinitas e ilitas

Fuente: Propia.

4.1.2.2. Determinación de la textura del suelo

4.1.2.2.1. Ensayo del tacto

Esta prueba se realizó con el fin de conocer la facilidad para moldear las arcillas debido a que es una característica física muy importante en el momento de darle una forma, como lo es en el caso de la alfarería. Además, según el comportamiento que tiene la muestra de suelo humectada se puede inferir una aproximación al tipo de textura del suelo.

Tabla 23. Ensayo al tacto

ENSAYO AL TACTO				
# MUESTRA	LOCALIZACIÓN		COMPORTAMIENTO	TEXTURA
	Longitud (O)	Latitud (N)		
Ladrillera 1 - Raúl Girón				
1	76°35'6.28"	2°26'41.81"	El suelo puede ser enrollado formando un cilindro grueso y corto	Franco limosa
2	76°35'5.54"	2°26'41.93"	El suelo forma un anillo	Arcillosa
Ladrillera 2 - Hernando Girón				
1	76°35'15.51"	2°26'46.03"	El suelo puede ser enrollado formando un cilindro grueso y corto	Franco limosa
2	76°35'11.33"	2°26'44.02"	El suelo forma un anillo	Arcillosa
Ladrillera 3 - Jorge Girón				
1	76°35'15.51"	2°26'46.03"	El suelo puede ser enrollado formando un cilindro grueso y corto	Franco limosa
2	76°35'10.22"	2°26'42.38"	El suelo forma un anillo	Arcillosa
Ladrillera 5 - Bernardo Girón				
1	76°35'7.33"	2°26'33.38"	El suelo forma un anillo	Arcillosa
2	76°35'6.91"	2°26'33.60"	El suelo forma un cilindro en U	Franco arcillosa
3	76°35'7.80"	2°26'34.49"	El suelo forma un anillo	Arcillosa
4	76°35'7.40"	2°26'34.61"	El suelo forma un cilindro en U	Franco arcillosa
Ladrillera 6 - Jimmy Cruz				
1	76°35'10.53"	2°26'31.44"	El suelo forma un anillo	Arcillosa
2	76°35'10,38"	2°26'31.62"	El suelo forma un cilindro en U	Franco arcillosa
3	76°35'10.87"	2°26'34.53"	El suelo forma un cilindro en U	Franco arcillosa
Ladrillera 7 - Octavio Paz				
1	76°35'29,86"	2°26'44.31"	El suelo puede enrollarse en un cilindro de 15 cm de longitud	Franca
2	76°35'30.19"	2°26'41.54"	El suelo forma un anillo	Arcillosa
3	76°35'30.11"	2°26'44.22"	El suelo puede ser enrollado formando un cilindro grueso y corto	Franco limosa
4	76°35'25.25"	2°26'44.68"	El suelo forma un anillo	Arcillosa

Fuente: Propia.

4.1.2.2.2. Prueba de inmersión en agua

El comportamiento que tiene el suelo en el agua, también, nos permitió inferir los componentes dominantes existentes y constatar el tipo de arcillas presentes en las minas inferido en la observación de los perfiles del suelo.

Tabla 24. Prueba de inmersión en agua o “prueba al grumo”

Prueba de inmersión en agua				
N°	LOCALIZACIÓN		COMPORTAMIENTO	TIPO
	Longitud (O)	Latitud (N)		
Ladrillera 1 - Raúl Girón				
1	76°35'6.28"	2°26'41.81"	El grumo presenta dispersión al moldear	Ilitas
2	76°35'5.54"	2°26'41.93"	El grumo presenta dispersión al agitar vigorosamente	Ilitas
Ladrillera 2 - Hernando Girón				
1	76°35'15.51"	2°26'46.03"	El grumo se dispersa parcialmente	Ilitas
2	76°35'11.33"	2°26'44.02"	El grumo no presenta dispersión ante la agitación	Caolinita
Ladrillera 3 - Jorge Girón				
1	76°35'15.51"	2°26'46.03"	El grumo se dispersa totalmente	Montmorillonita
2	76°35'10.22"	2°26'42.38"	El grumo no se dispersa ante la agitación	Caolinita
Ladrillera 5 - Bernardo Girón				
1	76°35'7.33"	2°26'33.38"	el grumo presenta dispersión ante la agitación	Ilitas
2	76°35'6.91"	2°26'33.60"	Presenta dispersión	Ilitas
3	76°35'7.80"	2°26'34.49"	No presenta dispersión ante la agitación	Caolinitas
4	76°35'7.40"	2°26'34.61"	El grumo se dispersa totalmente	Montmorillonita
Ladrillera 6 - Jimmy Cruz				
1	76°35'10.53"	2°26'31.44"	El grumo se dispersa parcialmente	Ilitas
2	76°35'10,38"	2°26'31.62"	el grumo presenta dispersión ante la agitación	Ilitas
3	76°35'10.87"	2°26'34.53"	el grumo no presenta dispersión ante la agitación	Caolinitas
Ladrillera 7 - Octavio Paz				
1	76°35'29,86"	2°26'44.31"	el grumo presenta dispersión ante la agitación	Ilitas
2	76°35'30.19"	2°26'41.54"	el grumo no presenta dispersión ante la agitación	Caolinitas
3	76°35'30.11"	2°26'44.22"	el grumo presenta dispersión ante la agitación	Ilitas
4	76°35'25.25"	2°26'44.68"	el grumo no presenta dispersión ante la agitación	Caolinitas

Fuente: Propia.

4.1.2.2.3. Determinación de la textura con el método de Bouyoucos

Las pruebas de laboratorio, con las cuales, se determinó la textura del suelo mediante el método de Bouyoucos se realizaron en el laboratorio de suelos de la secretaria de agricultura y desarrollo rural de la gobernación del Cauca. Las muestras de suelo llevadas al laboratorio fueron las siguientes:

Tabla 25. Muestras de suelo de las minas de arcilla de la vereda Pueblillo.

# Ladrillera	# Muestra	UBICACIÓN		PROPIETARIO
Ladrillera 1	1	76°35'6.28"	2°26'41.81"	Raúl Girón
	2	76°35'5.54"	2°26'41.93"	
Ladrillera 2	1	76°35'15.51"	2°26'46.03"	Hernando Girón
	2	76°35'11.33"	2°26'44.02"	
Ladrillera 3	1	76°35'15.51"	2°26'46.03"	Jorge Girón
	2	76°35'10.22"	2°26'42.38"	
Ladrillera 4	1	76°35'7.33"	2°26'33.38"	Bernardo Girón
	2	76°35'6.91"	2°26'33.60"	
	3	76°35'7.80"	2°26'34.49"	
	4	76°35'7.40"	2°26'34.61"	
Ladrillera 5	1	76°35'10.53"	2°26'31.44"	Jimmy Cruz
	2	76°35'10,38"	2°26'31.62"	
	3	76°35'10.87"	2°26'34.53"	
Ladrillera 6	1	76°35'29,86"	2°26'44.31"	Octavio Paz
	2	76°35'30.19"	2°26'41.54"	
	3	76°35'30.11"	2°26'44.22"	
	4	76°35'25.25"	2°26'44.68"	

Fuente: Propia.

Figura 17. Muestras de arcilla empaquetadas y rotuladas.



Fuente: Propia.

Los resultados entregados por el laboratorio se presentan en los *anexos 5 – 10*, a continuación, se muestran los resultados resumidos de las texturas de las muestras de suelo por medio del método de Bouyoucos:

La información recolectada junto con las muestras es la siguiente:

Tabla 26. Información de las muestras.

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS				
# MUESTRA	LOCALIZACIÓN		PROFUNDIDAD (metros)	COLOR
	Longitud (O)	Latitud (N)		
Ladrillera 1 - Raúl Girón				
1	76°35'6.28"	2°26'41.81"	1,58	Café oscuro
2	76°35'5.54"	2°26'41.93"	2,10	Café oscuro
Ladrillera 2 - Hernando Girón				
1	76°35'15.51"	2°26'46.03"	2,3	Rojiza
2	76°35'11.33"	2°26'44.02"	1,46	Gris
Ladrillera 3 - Jorge Girón				
1	76°35'15.51"	2°26'46.03"	2,3	Rojiza
2	76°35'10.22"	2°26'42.38"	0,85	Gris
Ladrillera 5 - Bernardo Girón				
1	76°35'7.33"	2°26'33.38"	1,57	Gris oscuro
2	76°35'6.91"	2°26'33.60"	3	Marrón oscuro
3	76°35'7.80"	2°26'34.49"	5,12	Rosado
4	76°35'7.40"	2°26'34.61"	3,89	Rosado
Ladrillera 6 - Jimmy Cruz				
1	76°35'10.53"	2°26'31.44"	4,79	Marrón oscuro
2	76°35'10,38"	2°26'31.62"	4,83	Rosado
3	76°35'10.87"	2°26'34.53"	6,2	Marrón oscuro
Ladrillera 7 - Octavio Paz				
1	76°35'29,86"	2°26'44.31"	8,2	Gris claro
2	76°35'30.19"	2°26'41.54"	2,3	Rojiza
3	76°35'30.11"	2°26'44.22"	7,68	Gris-rosado
4	76°35'25.25"	2°26'44.68"	3,54	Café claro

Fuente: Propia.

La textura según el método de Bouyoucos es:

Tabla 27. Textura por el método de Bouyoucos.

TEXTURA POR BOUYUCOS				
# MUESTRA	% ARENA	% ARCILLA	% LIMO	TEXTURA POR BOUYUCOS
Ladrillera 1 - Raúl Girón				
1	50,16	25,28	24,56	FRANCO ARENOSO
2	42,16	37,28	20,56	FRANCO ARCILLOSO
Ladrillera 2 - Hernando Girón				
1	58,16	19,28	22,56	FRANCO ARENOSO
2	48,16	25,28	26,56	FRANCO ARENOSO
Ladrillera 3 - Jorge Girón				
1	54,16	17,28	28,56	FRANCO ARENOSO
2	28,16	47,28	24,56	ARCILLOSO
Ladrillera 5 - Bernardo Girón				
1	40,16	35,28	24,56	FRANCO ARCILLOSO
2	46,16	27,28	26,56	FRANCO ARCILLO ARENOSO
3	44,16	33,28	22,56	FRANCO ARCILLOSO
4	22,16	9,28	68,56	FRANCO LIMOSO
Ladrillera 6 - Jimmy Cruz				
1	26,16	47,28	26,56	ARCILLOSO
2	34,16	25,28	40,56	FRANCO
3	36,16	39,28	24,56	FRANCO ARCILLOSO
Ladrillera 7 - Octavio Paz				
1	46,16	29,28	24,56	FRANCO ARCILLO ARENOSO
2	20,16	59,28	20,56	ARCILLOSO
3	50,16	25,28	24,56	FRANCO ARCILLO ARENOSO
4	36,16	47,28	16,56	ARCILLOSO

Fuente: Propia.

Finalmente, la textura del suelo y el tipo de arcillas presentes en la vereda de Pueblillo es el siguiente:

Tabla 28. Tipos de textura del suelo y tipos de arcilla.

TIPOS DE TEXTURA DEL SUELO Y TIPOS DE ARCILLA							CLASIFICACIÓN FINAL	
# Muestra	LOCALIZACIÓN		Inferencia de observación	Ensayo del tacto	Prueba al grumo	Bouyoucos	Tipo	Textura
	Longitud (O)	Latitud (N)						
Ladrillera 1 - Raúl Girón								
1	76°35'6.28"	2°26'41.81"	Montmorillonitas y suelos orgánicos	Franco limosa	Ilitas	FRANCO ARENOSO	Montmorillonitas e ilitas	FRANCO ARENOSO
2	76°35'5.54"	2°26'41.93"	Montmorillonitas y caolinitas	Arcillosa	Ilitas	FRANCO ARCILLOSO	Montmorillonitas, caolinitas e ilitas	FRANCO ARCILLOSO
Ladrillera 2 - Hernando Girón								
1	76°35'15.51"	2°26'46.03"	Montmorillonitas y caolinitas	Franco limosa	Ilitas	FRANCO ARENOSO	Ilitas	FRANCO ARENOSO
2	76°35'11.33"	2°26'44.02"	Montmorillonitas y caolinitas	Arcillosa	Caolinita	FRANCO ARENOSO	Montmorillonitas y caolinitas	FRANCO ARENOSO
Ladrillera 3 - Jorge Girón								
1	76°35'15.51"	2°26'46.03"	Montmorillonitas y caolinitas	Franco limosa	Montmorillonita	FRANCO ARENOSO	Montmorillonitas	FRANCO ARENOSO
2	76°35'10.22"	2°26'42.38"	Montmorillonitas	Arcillosa	Caolinita	ARCILLOSO	Montmorillonitas y caolinitas	ARCILLOSO
Ladrillera 5 - Bernardo Girón								
1	76°35'7.33"	2°26'33.38"	Montmorillonitas e Ilitas	Arcillosa	Ilitas	FRANCO ARCILLOSO	Montmorillonitas e Ilitas	FRANCO ARCILLOSO
2	76°35'6.91"	2°26'33.60"	Montmorillonitas e Ilitas	Franco arcillosa	Ilitas	FRANCO ARCILLO ARENOSO	Montmorillonitas e Ilitas	FRANCO ARCILLO ARENOSO
3	76°35'7.80"	2°26'34.49"	Montmorillonitas e Ilitas	Arcillosa	Caolinitas	FRANCO ARCILLOSO	Montmorillonitas, caolinitas e ilitas	FRANCO ARCILLOSO
4	76°35'7.40"	2°26'34.61"	Montmorillonitas e Ilitas	Franco arcillosa	Montmorillonita	FRANCO LIMOSO	Montmorillonitas e Ilitas	FRANCO LIMOSO
Ladrillera 6 - Jimmy Cruz								
1	76°35'10.53"	2°26'31.44"	Montmorillonitas, caolinitas, ilitas y suelos orgánicos	Arcillosa	Ilitas	ARCILLOSO	Montmorillonitas, caolinitas, ilitas y suelos orgánicos	ARCILLOSO
2	76°35'10.38"	2°26'31.62"	Montmorillonitas, caolinitas, ilitas y suelos orgánicos	Franco arcillosa	Ilitas	FRANCO	Montmorillonitas, caolinitas, ilitas y suelos orgánicos	FRANCO
3	76°35'10.87"	2°26'34.53"	Montmorillonitas	Franco arcillosa	Caolinitas	FRANCO ARCILLOSO	Montmorillonitas y caolinitas	FRANCO ARCILLOSO
Ladrillera 7 - Octavio Paz								
1	76°35'29.86"	2°26'44.31"	Montmorillonitas, caolinitas y hierro laterítico	Franca	Ilitas	FRANCO ARCILLO ARENOSO	Montmorillonitas, Ilitas, Caolinitas y hierro laterítico	FRANCO ARCILLO ARENOSO
2	76°35'30.19"	2°26'41.54"	Montmorillonitas, Ilitas, Caolinitas y hierro laterítico	Arcillosa	Caolinitas	ARCILLOSO	Montmorillonitas, Ilitas, Caolinitas y hierro laterítico	ARCILLOSO
3	76°35'30.11"	2°26'44.22"	Montmorillonitas, caolinitas y hierro laterítico	Franco limosa	Ilitas	FRANCO ARCILLO ARENOSO	Montmorillonitas, Ilitas, Caolinitas y hierro laterítico	FRANCO ARCILLO ARENOSO
4	76°35'25.25"	2°26'44.68"	Montmorillonitas, caolinitas e ilitas	Arcillosa	Caolinitas	ARCILLOSO	Montmorillonitas, caolinitas e ilitas	ARCILLOSO

Fuente: Propia.

4.1.3. Formulación de alternativas de producción

La cerámica es un proceso que se realiza en muchas partes del mundo y cumple diversas funciones; hoy en día, las cerámicas para construcción son las que más empleo e ingresos económicos están generando, pero, no todas las arcillas sirven para hacer el mismo tipo de pastas cerámicas, según la composición de la arcilla se puede utilizar en diferentes procesos:

Tabla 29. Composición química para diferentes aplicaciones cerámicas.

Composición química	Alfarería común %	Ladrillos refractarios %	Tubería gres %
SiO ₂	57,7 – 63,1	54 – 78	64,1 – 83,1
Al ₂ O ₃	27,1 – 21,6	39,1 – 17,2	20,5 – 9,1
Fe ₂ O ₃	6,1 – 3,0	2,7 – 1,3	0,2 – 1,1
CaO	5,6 – 0,4	1,5 – 0	2,0 – 1,0
MgO	0,1 – 0,5	1,1 – 0,8	0 – 0,3
K ₂ O	0,2 – 2	1,6 – 2	0,9 – 1,8
Na ₂ O	0,2 – 2	-	0,3 – 2,0

Fuente: Espitia *et al.* [25].

Por otra parte, la presencia de materia orgánica es un inconveniente debido a que no favorece el proceso de cocción, las altas temperaturas queman la materia orgánica y deja espacios (huecos) al interior de los materiales cerámicos. La presencia de estos limos orgánicos contribuye a dar mayor plasticidad a la pasta durante el proceso de moldeo, pero en el de cocción afectan la resistencia mecánica de las piezas que se fabriquen con estas arcillas, por ello, es necesario un proceso de maduración que la descomponga y mejore la calidad de las mezclas de arcillas.

4.1.3.1. Usos alternativos a la producción de ladrillo

Arcillas comunes: El principal uso de estos materiales arcillosos se da en el campo de la cerámica de construcción (tejas, ladrillos, tubos, baldosas, entre otras), alfarería tradicional, lozas, azulejos, gres y artesanal. Uso al que se destinan desde los comienzos de la humanidad. Prácticamente todas las arcillas son aptas para estos usos, así mismo, son utilizadas en la manufactura de cementos, como fuente de alúmina y sílice, y en la producción de áridos ligeros (arcillas expandidas).

Las arcillas negras, rojas y blancas se utilizan para la fabricación de elementos como las cerámicas utilitarias y decorativas a las cuales pertenece un amplio grupo de piezas que comprende desde revestimiento de baldosas para pisos hasta toda clase de artefactos doméstico. También, están los artículos cerámicos artesanales y ornamentales que son aquellas figuras hechas por diferentes técnicas como el moldeo, vaciado, placa, entre otras [41].

Caolín:

Los caolines son las arcillas cerámicas por excelencia tanto por su variedad como por sus amplias aplicaciones industriales, no solo en la fabricación de vasijas y lozas, sino también como carga de papel, en la industria del caucho y en la fabricación de refractarios. La caolinita pura está compuesta de SiO_2 (46.56%), Al_2O_3 (39.49%) y H_2O (13.95%) [24]. Los principales usos en la actualidad son:

- Fabricación de papel: El principal consumidor de caolín es la industria papelera, utilizando más del 50 % de la producción.
- Cerámica y refractarios: porcelana, gres, loza sanitaria o de mesa, electrocerámica y refractarios (aislantes térmicos y cementos).
- Otros usos: sustituir a las resinas en pinturas, aislantes, caucho. También, como carga de abonos, pesticidas y alimentos de animales.

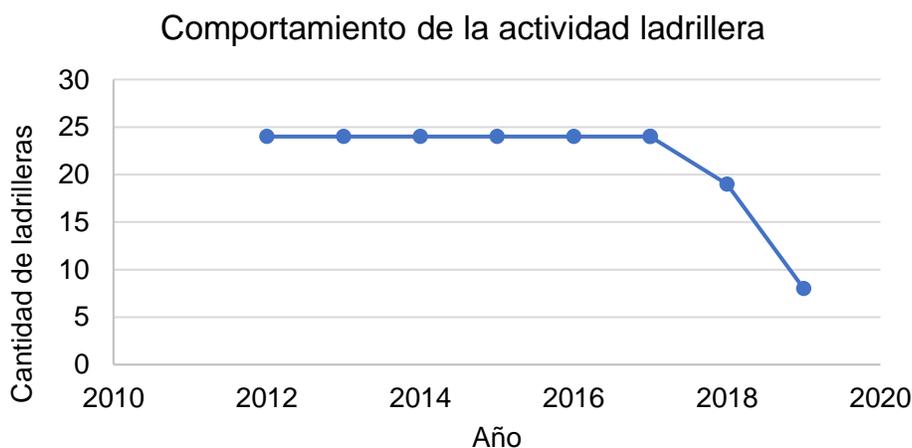
Arenas:

Las arenas y materiales arenosos sirven como agregados a las arcillas para cumplir el papel de desengrasantes, es decir, para disminuir la plasticidad de las arcillas y darles propiedades a las mezclas como la facilidad de moldeo de las piezas cerámicas, afinidad a la mezcla y la conservación de la forma de las piezas después de la cocción.

4.2. Interpretación y análisis de resultados

La actividad ladrillera en la vereda de Pueblillo representa el sustento socioeconómico de muchas familias de bajos recursos del sector, a continuación, se presenta el comportamiento de la actividad ladrillera desde el 2012:

Gráfico 1. Comportamiento de la actividad ladrillera desde el 2012.



Fuente: Propia.

Actualmente, están en funcionamiento 9 ladrilleras y de ellas, solo 7 tienen mina propia de arcillas. Esta disminución es debido por el cierre total o parcial de las ladrilleras cuyos propietarios ya no pueden producir por diferentes causas, entre las más importantes se encuentra la desvalorización del ladrillo, la falta de tecnificación, los costos de la materia prima (arcilla) y combustibles, la falta de permisos ambientales y cumplimiento de los requisitos normativos y la incapacidad de competir en el mercado, todo esto ha generado consecuencias socioculturales, económicas y ambientales en el sector.

En el diagnóstico socio-ambiental se evaluaron varios aspectos: se evaluó el componente técnico, socioeconómico y ambiental como indicadores del estado en que se encuentra la actividad ladrillera en el sector y, por ende, entender el problema del deterioro medioambiental y el conflicto social, cultural y económico en la vereda para poder darle una alternativa que solucione o disminuya los impactos negativos.

Análisis del factor técnico

El nivel de tecnificación de una ladrillera es muy importante, debido a que se optimiza la producción generando menor impacto ambiental al aprovechar al máximo la materia prima y disminuir las emisiones, por otra parte, comercialmente la ladrillera se puede mantener en competencia y los ingresos a los beneficiarios mejoran proporcionando estabilidad económica y mejorando la calidad de vida de las personas. En ese sentido, la actividad ladrillera en la vereda de Pueblillo cuenta con un nivel de tecnificación muy bajo, las prácticas son manuales y tan solo dos ladrilleras tienen una cortadora industrial. Los hornos son tipo pampa, ninguno es industrializado y las instalaciones están en estado regular. El bajo nivel de tecnificación de las ladrilleras evita que se aprovechen al máximo los recursos necesarios para la producción como lo es el combustible para la quema del ladrillo (leña y cisco de café), cortadoras industriales para optimizar el rendimiento en producción y el gasto de materia prima (arcillas, agua y arenas) y el aprovechamiento de la energía solar para el secado de los ladrillos.

Análisis del factor socioeconómico

El diagnóstico socioeconómico nos permitió determinar el nivel de afectación que tiene la actual inestabilidad productiva de ladrillo en la vereda de Pueblillo a los beneficiarios directos e indirectos de la actividad ladrillera. Según la encuesta, son 469 empleos mensuales directos y 37 familias beneficiarias en tan solo 7 ladrilleras, sumado a ello el título de bachiller académico es el máximo escalón que tienen alguno de los beneficiarios, el resto, tan solo tienen básica primaria.

Económicamente, son familias de bajos recursos según lo indicado por la seguridad social, los ingresos económicos son muy bajos y la inestabilidad laboral hace más crítica la problemática socioeconómica del sector.

Análisis del factor ambiental

Extracción de arcilla

En materia ambiental, la extracción de la materia prima para la fabricación del ladrillo (arcillas y arenas) son una de las principales causas de contaminación, todas las ladrilleras tienen un método de extracción manual, el cual, no realiza prácticas seguras tanto para los trabajadores como para el entorno y ninguna de las ladrilleras cuenta con los permisos ambientales ni cumplen con la normatividad para este tipo de minería, lo que desencadena una serie de impactos negativos que pone en riesgo la biodiversidad, los recursos naturales y la calidad de vida de la población. Las consecuencias debido a la extracción de arcilla que se presentan las siguientes: Erosión, movimientos en masa (en los frentes de explotación de bancos o terrazas), cambios en los niveles freáticos, formación de humedales, sedimentación de fuentes hídricas, deforestación, pérdida de biodiversidad, material particulado (en tiempos de sequía), cambios en el uso de suelos, pérdida de fertilidad de los suelos, cambios en los cursos de las fuentes hídricas, entre otros.

Consumo de combustibles

Por otra parte, las ladrilleras anualmente consumen 1692 m³ de leña y 16800 bultos de cisco de café, que utilizan como combustible para la cocción del ladrillo y lo queman en 252 horas aproximadamente, aunque, esto puede variar dependiendo de las características del horno, el grado de humedad de los adobes, las condiciones atmosféricas y la pericia del operador (horneador), este consumo de combustible desencadena varios tipos de contaminación:

- **emisiones atmosféricas:** Los principales combustibles para la cocción del ladrillo son la leña y el cisco de café, pero también se utilizan otros materiales en cantidades menores como lo son plásticos, neumáticos, llantas usadas, aserrín y viruta de madera; la combustión de estos elementos generan emisiones atmosféricas como material particulado (PM), monóxido de carbono (MO), compuestos irritantes (acroleína), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), compuestos orgánicos volátiles (COV) y dioxinas, estas emisiones atmosféricas afectan principalmente a la salud pública, la exposición por cortos periodos de tiempo causa problemas de corto plazo y reversibles en la salud, por el contrario, la exposición continua y largos periodos de tiempo genera consecuencias más significativas como la aparición de enfermedades a largo plazo e irreversibles [17], actualmente, en el sector de Pueblillo no se tiene registro de la afectación a la salud como

consecuencia de las emisiones atmosféricas causadas por la actividad ladrillera, pero, la exposición de los trabajadores en promedio es de 36 horas que duran los hornos encendidos y en periodos de cada 20 o 30 días que se encienden, además, la mayoría de las ladrilleras (que operan total o parcialmente) se encuentran muy cerca de la zona urbana (Barrios Pueblillo y Yanaconas), el resto en la parte alta de las montañas (zona rural) y es una actividad que se realiza siglos atrás, que sumándose a las emisiones atmosféricas de la ciudad, se convierte en un foco de contaminación importante al generar efectos adversos directa e indirectamente sobre la salud humana, la flora, la fauna, cuerpos hídricos y contribuyendo al calentamiento global y el cambio climático mundial.

- **Deforestación:** El consumo de leña afecta directamente al recurso bosque afectando la biodiversidad y disminuyendo la calidad del aire, aunque en el presente, se utilizan desperdicios de madera procedente de las construcciones y de las empresas madereras disminuyendo considerablemente la extraída del bosque, pues en el 2012, toda la actividad de Pueblillo combustionaba anualmente 7736 m³ de leña por las 24 ladrilleras activas y requerían de 221 Ha de bosque para tal fin [14].
- Otros impactos de menor nivel que genera el consumo de combustible para la cocción del ladrillo es la pérdida de la biodiversidad, afectación de las fuentes hídricas (de gran importancia para los habitantes como el río Molino y sus afluentes), modificación del paisaje, entre otros.

Evaluación de impacto ambiental

La EIA se realizó midiendo los impactos negativos y los positivos, con la matriz de Leopold se lograron determinar los siguientes:

Área Girón: Las ladrilleras ubicadas en la parte baja de la vereda de Pueblillo causan fuertes impactos negativos al medioambiente, los componentes más impactados son:

Físico: la Calidad del Aire y Emisiones es el componente más impactado negativamente, la cocción del ladrillo emiten gases y material particulado que afecta la fauna y flora del sector, deteriora la calidad del aire y se suma a la contaminación atmosférica generada por la ciudad empeorando las consecuencias, además afecta la salud pública de los trabajadores de las ladrilleras y las personas que viven cerca de ellas, estas consecuencias se da principalmente por la falta de tecnificación, adecuación de los hornos y control de emisiones.

Otro componente ambiental, que se suma a los más impactados es la calidad del agua superficial, la principal causa es la sedimentación de las fuentes hídricas a causa de la escorrentía del agua mezclada con partículas sueltas que llega a los

arroyos y estos al Rio Molino que es uno de los afluentes más importante de la ciudad, esta sedimentación afecta directamente a los ecosistemas acuáticos y deterioran la calidad del agua. Además, la creación de humedales por la extracción de arcilla mediante pozos, contamina el agua subterránea y la convierte en cuerpos hídricos superficiales lenticos con material particulado, alta turbidez, coloración y sedimentos.

El suelo también se ve afectado por la presencia de desechos debido a que no hay un control de los residuos sólidos que resultan de los diferentes procesos y estos terminan deteriorando la calidad del suelo, los residuos más comunes son piezas defectuosas, suelos no aptos para la producción de ladrillo, ceniza y material particulado en grandes cantidades.

Paisajísticamente, el componente Calidad visual y Paisaje se ve altamente impactado debido a los procesos realizados para la producción de ladrillo, los cuales, modifican el estado natural de los ecosistemas de la región, en las ladrilleras y las áreas de operación se observan residuos sólidos, suelos sin cobertura vegetal, infraestructuras en estados regulares o malos, falta de organización laboral, contaminación, entre otros factores que hacen dar una perspectiva negativa de la calidad visual y el paisaje de la zona.

Biótico: La fauna y flora terrestre se ve altamente afectada junto con los habitas, debido a que la biodiversidad de la región se ve totalmente impactada por la extracción de las arcillas, la contaminación, la urbanización, los monocultivos de pino y eucalipto y la tala.

De la misma manera, las actividades o procesos que más impactan negativamente los componentes ambientales son:

Sin duda alguna, la actividad que más genera consecuencias es la **extracción de materiales (arcilla)**; la obtención de la materia prima mediante una minería a cielo abierto y sin ningún tipo de mecanismos para prevenir, minimizar o reparar los impactos afecta directamente al suelo, agua, aire, la fauna, la flora y a los seres humanos. Otra actividad es la Generación de residuos en el proceso de extracción, debido a que contamina las fuentes hídricas, deteriora el suelo y afecta la biodiversidad.

Las otras dos actividades que más impactan negativamente son el Horneado y la quema de combustibles, las emisiones atmosféricas que generan son de gran impacto socioambiental y ponen en riesgo la salud humana, la obtención de la leña afecta al recurso bosque y deteriora los ecosistemas.

En cuanto a los impactos positivos evaluados se determinó lo siguiente:

Componentes más impactados:

Generación de Empleo, cambio en los ingresos de la población, afectación socio-cultural y calidad de vida de la población, como se puede notar, los impactos positivos son únicamente en el componente socioeconómico y es debido a que la actividad ladrillera de Pueblillo se realiza desde hace muchos años atrás, por ello, la mayoría de las personas que trabajan la alfarería dependen de la actividad ladrillera y saben, casi empíricamente, este arte. No tienen estudios universitarios ni la capacidad de conseguir empleo fácilmente en otros sectores de la ciudad por ello los ingresos económicos son únicamente de la actividad con piezas cerámicas.

Actividades que generan mayor impacto:

Los impactos positivos al componente socioeconómico los generan la extracción de materiales (arcilla), Cargue y descargue de materiales (arcilla), Horneado y la quema de combustible debido a que son las actividades en las cuales se necesita un mayor número de personas como lo es el caso de la extracción y la consecución de los combustibles para la quema o son las actividades más bien pagadas como el horneado. Las demás actividades manejan un mismo promedio de personal de operación y se pagan por jornales de 20000 pesos.

Caracterización del tipo de arcillas utilizadas en la vereda de Pueblillo

Los diferentes tipos de pruebas utilizadas para la determinación del tipo de arcilla que utilizan los alfareros de Pueblillo nos permitió determinar las características y poder saber si es posible su utilización para otro tipo de actividad productiva.

➤ **Observación de los perfiles del suelo**

En la observación de las características del suelo en los lugares de muestreo, que corresponden a las minas de donde obtienen la materia prima los alfareros, se encontraron diferentes tipos de arcillas: las montmorillonitas que están presentes en todo el sector, las lilitas y Caolinitas, también hay presencia de hierro laterítico y materias orgánicas que es la primera capa que tiene la corteza terrestre. En los pozos, que están en las zonas baja y planas de Pueblillo se encuentran arcillas oscuras, negras, grises y blancas con altos contenidos de humedad al estar por debajo del nivel freático, la explotación es a cielo abierto y no supera los 4 metros de profundidad. En los bancos y terrazas, se encuentran arcillas cafés, naranjas, rojizas, blancas y colores claros; estas arcillas están a mayores profundidades y algunas alcanzan a superar los 9 metros de profundidad, los terrenos son muy inestables y se presentan movimientos en masa, en algunos hay nacimientos de agua que constantemente arrastran sedimentos a los cuerpos hídricos, se observaron pocos materiales compactos como piedras y en algunas partes hay horizontes de hierro laterítico.

➤ **Ensayo del tacto**

Esta prueba nos permitió determinar la textura de manera organoléptica y, lo más importante, observar la capacidad de cohesión y plasticidad, propiedades fundamentales en la producción de elementos a base de arcilla debido a que proporcionan la facilidad de moldeado y la resistencia para mantener la forma adquirida después de moldeadas y llevadas a la cocción. Las arcillas con menor cantidad de arena se pueden moldear con mayor facilidad que las arcillas con altas cantidades de arena, en los pozos en donde las arcillas están en el subsuelo tienen una mayor facilidad de maleabilidad y se puede darle formas específicas al igual que algunas minas de arcillas de color rojizo, café oscuro, gris claro o blancas que están en las ladrilleras de las partes altas. Las muestras de arcillas, en las cuales se encontró montmorillonita tienen un comportamiento muy adhesivo debido a que son arcillas muy plásticas y se adhieren a las manos, por ello, es necesario agregarles arenas y otros materiales desengrasantes que disminuya la plasticidad y mejore la capacidad de maleabilidad de las arcillas.

➤ **Prueba de inmersión en agua**

En esta prueba, se observó el comportamiento que tienen las arcillas humectadas, moldeadas y sumergidas en agua para determinar y poder comprobar los tipos de arcillas que hay en Pueblillo, las montmorillonitas son arcillas que se encuentran en menor cantidad que las ilitas y las caolinitas, en los suelos de texturas arcillosa, según su comportamiento, predominan las ilitas y caolinitas. Por otra parte, los suelos con mayor cantidad de arenas tienen un predominio de las montmorillonitas.

➤ **Determinación de la textura con el método de Bouyoucos**

El método de Bouyoucos nos permite saber con mayor exactitud la textura del suelo y nos proporciona los porcentajes de arena, limos y arcillas que contiene una muestra de suelo recogida de las minas de Pueblillo. Según los resultados, 8 de las muestras tienen porcentajes de arcilla superiores al 30%, 6 muestras entre el 20 y 30% de arcillas y tan solo 3 tiene menos del 20% de arcillas.

Los suelos arcillosos, de textura fina, tienen los siguientes porcentajes de arena, arcilla y limo:

TEXTURA	% ARCILLA	% ARENA	% LIMO
Arcilloso	40 - 100	0 - 40	0 - 45
Arcilloso limoso	40 - 60	40 - 60	0 - 20
Arcilloso arenoso	35 - 55	0 - 20	45 - 65

Este tipo de suelos son los más apropiados para la actividad cerámica debido a que se pueden utilizar en muchas aplicaciones industriales.

Los suelos francos, con texturas moderadamente finas, contienen los siguientes porcentajes de arena, arcilla y limo:

TEXTURA	% ARCILLA	% ARENA	% LIMO
Franco limoso arcilloso	27 - 40	40 - 73	0 – 20
Franco arenoso arcilloso	20 - 35	0 - 28	45 – 80
Franco arcilloso	27 - 40	15 - 52	20 - 45

Estos tipos de texturas también se adaptan a la alfarería, tienen menos plasticidad, pero con agregados de otros materiales se utilizan para la producción de diferentes artículos cerámicos.

Determinación de los posibles usos alternativos a la producción de ladrillo común

En Pueblillo el ladrillo común es la pieza cerámica que más se está produciendo y las ladrilleras tienen un nivel de tecnificación muy bajo, la competencia comercial por la alta demanda de ladrillo y la industrialización de otros sectores locales, regionales y nacionales han provocado una caída del precio, el alto impacto medioambiental, la expansión de la frontera urbana y la afectación a la salud humana de esta actividad en Pueblillo tiene a los alfareros y dueños de ladrilleras en estado crítico de tal forma que la mayoría han cerrado u operan parcialmente (cada 6 meses e incluso una quema anual).

Por este motivo, este trabajo de investigación ha identificado las arcillas presentes en la Vereda de Pueblillo con el fin de determinar posibles usos alternativos de producción diferentes al ladrillo común que ayude a minimizar el impacto al medio ambiente, genere ingresos económicos y mejore la calidad de vida de los habitantes.

Se identificaron la presencia de tres tipos de arcillas presentes en las minas de la vereda de Pueblillo: Caolinitas, montmorillonitas e illitas. Una primera alternativa de producción es la fabricación de piezas cerámicas artesanales, las cuales, tienen un valor elevado en el mercado, además, en Popayán esta actividad es muy poca y el escenario turístico nacional e internacional es muy amplio; este tipo de piezas cerámicas se pueden realizar con las arcillas presentes en Pueblillo. Para fabricar una pieza cerámica se necesitan películas de arcilla muy delgadas, es decir, se consume menos cantidad de arcilla y los hornos para la cocción son más pequeños, incluso, pueden ser eléctricos y, por lo tanto, el impacto al medio ambiente se disminuye considerablemente, además, una pieza cerámica con decoraciones se vende a precios muy elevados a comparación de un ladrillo común y finalmente, se aumenta el empleo para su producción y comercialización. Estas artesanías ya se realizan por Bernardo Girón y Hernando Girón, quienes en sus ladrilleras fabrican figuras artesanales, pero no ha logrado comercializarlas por ello no produce para vender.

Figura 18. Artesanías hechas en Puebla.



Fuente: Propia.

Otro tipo de elementos cerámicos diferentes al ladrillo que se pueden fabricar son piezas coloniales como pisos coloniales, acabados, baldosas, entre otros elementos muy utilizados en la ciudad debido a su contexto histórico y de conservación histórico-cultural.

Figura 19. Pisos coloniales hechos en Puebla.



Fuente: Propia.

También se pueden fabricar productos como vasijas, materas, jarrones, vasos, entre otros productos cerámicos de uso doméstico que tienen altas ofertas en el mercado.

Otros productos como los refractarios, las cerámicas esmaltadas para baños, lavamanos, cerámicas para pisos modernos necesitan mezclas de arcillas y materiales que les den la calidad suficiente para poder comercializarlas, por ello, es necesario estudiar más a fondo la composición de las arcillas, los contenidos de caolinitas e illitas que son muy utilizadas en este tipo de industrias.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✚ El diagnóstico socioambiental de la actividad ladrillera en la Vereda de Pueblillo en el municipio de Popayán, Cauca, permitió determinar el estado de la actividad en el sector; el nivel de tecnificación es muy bajo y la tecnología utilizada es pretérita, la infraestructura de las ladrilleras están en un estado regular y los procesos de producción son tradicionales y artesanales, además, la mayoría de las personas que operan las ladrilleras no alcanzan a tener educación profesional y el oficio, de tradición, es la alfarería.
- ✚ El consumo de combustibles para la cocción del ladrillo impacta negativamente al medio ambiente, la consecución de la leña impacta al recurso bosque y las emisiones atmosféricas afectan la salud humana, la fauna y flora. Las 7 ladrillera, anualmente, utilizan 1692 m³ de leña y 16800 bulto de cisco de café para producir 1872000 ladrillos.
- ✚ La extracción de arcilla se realiza de manera rudimentaria, es una minería a cielo abierto que se hace de forma manual. Las ladrilleras no cuentan con los permisos adecuados para realizar este tipo de minería y, por ende, no hay mecanismos ni estrategias que disminuyan, mitiguen o reparen los daños causados al medioambiente.
- ✚ La evaluación del impacto ambiental (EIA) de la actividad ladrillera en la Vereda de Pueblillo determinó que la extracción de arcilla y la cocción de los adobes son las actividades que más impactos negativos generan al medio ambiente y la salud humana; los componentes más impactados son la calidad del aire, la calidad del agua superficial, la calidad visual y de paisaje, la fauna y la flora. Por el contrario, el componente socioeconómico se ve impactado positivamente por la generación de empleo, los ingresos económicos y la calidad de vida de la población.
- ✚ Las arcillas utilizadas para la elaboración del ladrillo en la Vereda de Pueblillo tienen una variedad de texturas, desde arcillosas hasta franco arenosas, con muestras de suelo que superan el 45% en contenido de arcilla y otras con el 48,16% de arena. También, se encuentran tipos de arcillas no expansivas como las caolinitas y las illitas al igual que las montmorillonitas, las cuales, son arcillas expansivas y tienen índices de plasticidad muy altos.
- ✚ Las arcillas existentes en la Vereda de Pueblillo tienen características y propiedades que permiten dar alternativas de producción diferentes al ladrillo como las artesanías, cerámicas coloniales para construcciones y cerámicas para uso doméstico o utilitarias, estas piezas cerámicas necesitan menores cantidades de arcillas para producirlas, hornos más tecnificados y con

tecnologías que disminuyen la generación de gases, de tal forma, que disminuyen los impactos ambientales y las consecuencias a la salud humana al mismo tiempo que mejora el estado socioeconómico de los alfareros de Pueblillo.

5.2. Recomendaciones

- ✚ Estudiar más a fondo las arcillas de la vereda de Pueblillo para conocer la composición química, mineralógica y las propiedades (límite de atterberg, límites plásticos, resistencia mecánica, entre otros) que permiten predecir cuál va ser el comportamiento de las arcillas durante la cocción, contribuyendo a mejorar los resultados obtenibles con cada tipo de arcillas y establecer otros usos comerciales como cerámicas para pisos modernos, piezas refractarias, cerámicas esmaltadas para construcciones, etc.
- ✚ Estudiar la factibilidad de una reconversión tecnológica que minimice los impactos ambientales y ayude a solucionar los problemas socioeconómicos del sector ladrillero de la vereda de Pueblillo, al igual, la factibilidad financiera para la comercialización de productos cerámicos artesanales y de uso doméstico en la región, departamento, país e incluso internacionalmente.
- ✚ Crear alianzas estratégicas con instituciones de educación que enseñen técnicas de producción cerámica diferente al ladrillo, con entidades gubernamentales que apoyen la iniciativa de una reconversión laboral y tecnológica, al igual de entidades que proporcionen los materiales para la producción y comercialización de estos tipos de piezas.

BIBLIOGRAFIA

- [1] W. E. Moreno Torres, «Los delitos contra el medio ambiente a partir de la problemática ambiental generada en torno a los chircales de la ciudad de Tunja 2010 - 2015,» *Revista Global lure*, vol. 4, pp. 211 - 237, 2016.
- [2] L. Güiza, «La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña,» *Dyna*, vol. 80, nº 181, pp. 109 - 117, 2013.
- [3] Ministerio de Minas y Energía, «Censo minero departamental 2010 - 2011,» Bogotá D.C., 2012.
- [4] E. A. Torres, «El debate público sobre la minería en Colombia: el rol de los expertos en controversias socioambientales,» *Revista Javeriana*, vol. 19, nº 39, pp. 128-138, 2015.
- [5] Consejo Regional Indígena del Cauca - CRIC, «La problemática de la minería de arcilla en el norte del Cauca,» 18 Septiembre 2018. [En línea].

Disponible: <https://www.cric-colombia.org/portal/la-problematica-de-la-mineria-de-arcilla-en-el-norte-del-cauca/>. [Último acceso: 1 Diciembre 2018].

- [6] R. E. Garcés Aguilar y G. A. Wilson Noe, «Caracterización de las arcillas del Norte del Cauca, Colombia enclave para la optimización del proceso productivo de la industria ladrillera,» *Journal de Ciencia e Ingeniería*, vol. 9, nº 1, pp. 34-41, 05 agosto 2017.
- [7] Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial del Cauca 2040,» Bogotá D.C., 2016.
- [8] L. M. Díaz, «Comportamiento del producto interno bruto del sector minero,» Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá D.C., Colombia, 2017.
- [9] Agencia Nacional de Minería, «Informe de gestión II trimestre de 2018,» Bogotá, Colombia, 2018.
- [10] C. C. Molina Barrera, P. A. Moso Africano y E. I. Torres Rodriguez, «Estudio para la valoración económica del daño ambiental ocasionado por la actividad alfarera en el sector de chapinero alto de la ciudad de Sogamoso,» Sogamoso, Boyacá, 2015.
- [11] Ministerio de Minas y Energía, «Política Nacional para la formalización de la minería en Colombia,» Bogotá D.C., julio de 2014.
- [12] Municipio de Popayán, «Plan de Ordenamiento Territorial,» Popayán, Cauca, 2015.
- [13] Ministerio de Minas y Energía, «*Respuesta al Radicado No. 2018064563 del 28 de agosto de 2018,* » Bogotá D.C. Colombia, 2018.
- [14] I. J. García Martínez, «Análisis socio-ambiental de la actividad ladrillera en el municipio de Popayán,» Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia, 2012.
- [15] Alcaldía Municipal de Popayán, «Alcaldía Municipal de Popayán - territorios,» [En línea]. Disponible: <http://popayan.gov.co/ciudadanos/popayan/territorios>. [Último acceso: 13 Octubre 2019].

- [16] S. Húmeréz Delgado, «Impactos ambientales ocasionados por la extracción de materia prima de la industria ladrillera en la Campiña Alta de Supebarranca, 2017-2018,» Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú, 2018.
- [17] M. E. Cepeda Ordoñez y A. A. Robalino Moreno, «Determinación de los niveles de CO de las ladrilleras y su posible afectación a la formación de carboxihemoglobina en el Cantón Chambo,» Universidad nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2018.
- [18] A. R. González Pérez y A. Zamorategui Molina, «Determinación de la concentración de material particulado atmosférico (PM2.5) en la zona ladrillera de la comunidad de Yerbabuena; Gto,» *Jóvenes en la ciencia*, vol. 2, nº 1, pp. 216 - 220, 2016.
- [19] N. A. Echavarría Yepes y J. Leal Valdez, «Percepción de la comunidad el Guayabo frente al impacto ambiental y social ocasionado por la ladrillera Tejar San José de Itagüí,» *Escenarios Estudiantiles*, vol. 2, nº 1, pp. 89 - 110, 2016.
- [20] R. A. García León y R. Bolívar León, «Caracterización hidrométrica de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos cerámicos en Ocaña, Norte de Santander,» *INGE CUC*, vol. 13, nº 1, p. XX–XX, 2017.
- [21] J. A. Muñoz Chavés y R. A. Muñoz Meneses, «Caracterización fisicoquímica de arcillas del municipio de Guapi a utilizar en la formación de pasta cerámica,» Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, 2007.
- [22] E. Besoain, *Mineralogía de arcillas de suelos*, San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1985.
- [23] C. Crespo Villalaz, *Mecánica de suelos y cimentaciones*, vol. 5, México: Limusa, 2004.
- [24] L. A. Díaz Rodríguez y L. Torrecillas, «Arcillas cerámicas: una revisión de sus distintos tipos, significados y aplicaciones,» *Bol. Soc. Esp. Cerám. Vidrio*, vol. 41, nº 5, pp. 459-470, 2002.
- [25] C. Espitia, J. Quintero, A. Rodríguez, F. Bernal, F. Romero, J. Mojica, H. Cabezas, M. Hernández, M. Pachón, M. Múnera y J. Ramírez, «Catálogo de propiedades físicas, químicas y mineralógicas de las arcillas para cerámica roja en los centros urbanos de Medellín, Ibagué y Sabana de Bogotá,» Ministerio de minas y energía, Bogotá D. C. Colombia, 2003.

- [26] E. Galán y P. Aparicio, «Materias primas para la industria cerámica,» Universidad de Sevilla, Sevilla, España, 2011.
- [27] Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, «Determinación de la textura del suelo - Hidrómetro de Bouyoucos - Densímetro - Método IGAC - adaptado a los suelos Colombianos,» Laboratorio Nacional de Suelos - IGAC, Bogotá D. C. Colombia, 2018.
- [28] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, «Textura del suelo,» [En línea]. Disponible: http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm#top. [Último acceso: 21 10 2019].
- [29] S. Mattison, Guía completa del ceramista: Herramientas, materiales y técnicas, Singapur: *BLUME*, 2004.
- [30] I. B. Ramires, Industria cerámica clásica, Norte de Santander, Colombia: SENA - Universidad Nacional de Colombia, 2018.
- [31] ANDI, «Comité del sector cerámico,» Bogotá D.C. Colombia, 2017.
- [32] Artesanías de Colombia S.A., ICONTEC y FOMIPYME, «Proyecto de mejoramiento en la calidad y certificación de productos de artesanos en 13 comunidades, ubicadas en los departamentos del Atlántico, Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Chocó, Santander, Sucre y Valle del Cauca. MN048-7,» Artesanías de Colombia S.A., Ráquira, Boyacá, Colombia, 2008.
- [33] M. Andrade Rodríguez, A. Moliner Aramendía y A. Masaguer Rodríguez, «Prácticas de edafología: Métodos didácticos para análisis de suelos,» Universidad de La Rioja, La Rioja, España, 2015.
- [34] A. Jordán López, Manual de edafología, Andalucía, Sevilla: Agrícola de la Universidad de Sevilla, 2006.
- [35] G. Duque Escobar y C. E. Escobar Potes, Mecánica de los suelos, Manizales: Universidad Nacional de Colombia: Sede Medellín, 2002.
- [36] D. F. Jaramillo Jaramillo, «Introducción a la ciencia del suelo,» Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, 2002.
- [37] A. García Cano, «Manual de prácticas de la materia de edafología,» Chiapas, México, 2011.

- [38] M. Sandoval Estrada, J. Dörner Fernández, O. Seguel Seguel, J. Cuevas Becerra y D. Rivera Salazar, «Métodos de análisis físicos del suelo,» Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, Santiago de Chile, Chile, 2011.
- [39] M. Andrade Rodríguez, A. Moline aramendía y A. Mesaguer Rodríguez, «Prácticas de edafología: Métodos didácticos para el análisis de suelos,» Universidad de La Rioja, La Rioja, España, 2015.
- [40] Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, «Manual de prácticas de campo y de laboratorio de suelos,» Centro agropecuario "La Granja", Espinal, Tolima, Colombia, 2013.
- [41] L. Güiza Suarez, «La minería manual en Colombia: una comparación con América Latina,» *Boletín Ciencias de la Tierra*, nº 35, pp. 37-44, julio 2014.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de evaluación de impacto ambiental ladrilleras área Girón.

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ACTIVIDAD LADRILLERA EN PUEBLILLO, POPAYÁN, CAUCA						
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca						
Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible						
Semillero de Investigación en Minería Responsable - SIMIR						
Trabajo de grado						
Encargado(s)	Edward Astaiza Varela y Diego Llanos Meza	Nombre de la ladrillera	Área Girón*	Georreferenciación	76°35'7.14" O	2°26'44.76" N

COMPONENTES AMBIENTALES		MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																											
		FISICO											BIOTICO					SOCIO-ECONOMICO					TOTAL						
		AIRE		AGUA			SUELO				PAISAJE			FLORA		FAUNA			SOCIAL					Sumatoria de los VIA negativos	Sumatoria de los VIA positivos				
Calidad de Aire / Emisiones	Niveles de Ruido y Vibraciones	Calidad de agua superficial	Modificación del nivel freático	Modificación del cause	Disminución del recurso hídrico	Erosión / erodabilidad	Afectación de hábitats	Cambios en el uso del suelo	Movimientos en masa	Calidad de suelo por desechos	Calidad visual y Paisaje	Modificación paisajística	Variedad	Flora Terrestre	Afectación del hábitat	Flora Acuática	Fauna Terrestre	Afectación del hábitat	Fauna Acuática	Incremento de la población	Generación de Empleo	Cambio en los ingresos de la población	Afectación socio-cultural			Valorización del terreno	Calidad de vida de Población		
Extracción	Extracción de materiales (arcilla)	2	0	5	5	1	3	5	3	2	0	2	4	3	3	5	5	5	5	5	5	0	5	4	5	3	4	68	21
	Cargue y descargue de materiales (arcilla)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5	4	5	0	3	6	17	
	Transporte de materiales	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	2	3	7	
	Generación de residuos	0	0	5	0	0	0	3	2	3	0	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	0	0	1	0	2	38	3
Trituración y homogenización de materiales	Trituración de materiales	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	1	3	6		
	Homogenización (mezcla) de materiales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	1	0	6		
	Generación de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
Cortado y emparrillado	Cortado (Fabricación del adobe)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	6		
	Emparrillado (secado del adobe)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	6		
	Generación de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Horneado	Horneado	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	3	3	0	3	3	0	4	3	2	0	3	21	12		
	Quema de combustible	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	3	3	0	3	3	0	4	3	2	0	3	21	12		
	Generación de residuos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0		
Distribución de productos	Transporte de productos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	2	4		
	Cargue y descargue de productos	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	2	3	9		
	Generación de residuos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1		

Evaluación	Sumatoria de los Índices de Impacto Ambiental (VIA)	20	4	12	5	1	3	8	9	5	0	12	14	7	7	13	13	7	13	13	7	0	35	24	21	3	28	284	
	No. Impactos Positivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	24	21	3	28	111	---
	No. Impactos Negativos	20	4	12	5	1	3	8	9	5	0	12	14	7	7	13	13	7	13	13	7	0	0	0	0	0	0	---	173

Fuente: Propia.

Anexo 2. Matriz de evaluación de impacto ambiental ladrillera Bernardo Girón.

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ACTIVIDAD LADRILLERA EN PUEBLILLO, POPAYÁN, CAUCA					
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca					
Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible					
Semillero de Investigación en Minería Responsable - SIMIR					
Trabajo de grado					
Encargado(s)	Edward Astaiza Varela y Diego Llanos Meza	Nombre de la ladrillera	Bernardo Girón	Georreferenciación	76°35'7.44" 2°26'36.96"

ACTIVIDADES - ACCIONES		COMPONENTES AMBIENTALES		MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																				TOTAL				
				FISICO					BIOTICO					SOCIO-ECONOMICO														
				AIRE		AGUA			SUELO			PAISAJE		FLORA		FAUNA			SOCIAL									
Calidad de Aire / Emisiones	Niveles de Ruido y Vibraciones	Calidad de agua superficial	Modificación del nivel freático	Modificación del cause	Disminución del recurso hídrico	Erosión / erodabilidad	Afectación de hábitats	Cambios en el uso del suelo	Movimientos en masa	Calidad de suelo por desechos	Calidad visual y Paisaje	Modificación paisajística	Variedad	Flora Terrestre	Afectación del hábitat	Flora Acuática	Fauna Terrestre	Afectación del hábitat	Fauna Acuática	Incremento de la población	Generación de Empleo	Cambio en los ingresos de la población	Afectación socio-cultural	Valorización del terreno	Calidad de vida de Población	Sumatoria de los VIA negativos	Sumatoria de los VIA positivos	
Extracción	Extracción de materiales (arcilla)	2	0	5	0	1	3	4	3	2	5	2	4	3	3	4	4	4	4	4	0	4	4	4	3	4	61	19
	Cargue y descargue de materiales (arcilla)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	3	6	15
	Transporte de materiales	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	2	3	7
Trituración y homogenización de materiales	Generación de residuos	0	0	5	0	0	0	3	2	3	0	4	3	3	3	2	2	2	2	2	0	0	0	1	0	2	38	3
	Trituración de materiales	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	1	3	6
	Homogenización (mezcla) de materiales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	1	0	6
Cortado y emparrillado	Generación de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Cortado (Fabricación del adobe)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	6
	Emparrillado (secado del adobe)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	6
Horneado	Generación de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Horneado	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	3	3	0	3	3	0	0	4	3	2	0	3	21	12
	Quema de combustible	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	3	3	0	3	3	0	0	4	3	2	0	3	21	12
Distribución de productos	Generación de residuos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
	Transporte de productos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	2	4
	Cargue y descargue de productos	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	2	3	9
	Generación de residuos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1

Evaluación	Sumatoria de los Índices de Impacto Ambiental (VIA)	20	4	12	0	1	3	7	9	5	5	12	14	7	7	12	12	6	12	12	6	0	33	24	19	3	28	273	
	No. Impactos Positivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	24	19	3	28	107	---
	No. Impactos Negativos	20	4	12	0	1	3	7	9	5	5	12	14	7	7	12	12	6	12	12	6	0	0	0	0	0	0	---	166

Fuente: Propia.

Anexo 3. Matriz de evaluación de impacto ambiental ladrillera Jimmy Cruz.

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ACTIVIDAD LADRILLERA EN PUEBLILLO, POPAYÁN, CAUCA Corporación Universitaria Autónoma del Cauca Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible Semillero de Investigación en Minería Responsable - SIMIR Trabajo de grado						
Encargado(s)	Edward Astaiza Varela y Diego Llanos Meza	Nombre de la ladrillera	Jimmy Cruz	Georreferenciación	76°35'7.44"	2°26'36.96"

COMPONENTES AMBIENTALES		MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																								TOTAL			
		FISICO												BIOTICO					SOCIO-ECONOMICO										
		AIRE		AGUA			SUELO			PAISAJE			FLORA		FAUNA			SOCIAL											
ACTIVIDADES - ACCIONES		Calidad de Aire / Emisiones	Niveles de Ruido y Vibraciones	Calidad de agua superficial	Modificación del nivel freático	Modificación del cause	Disminución del recurso	Erosión / erodabilidad	Afectación de hábitats	Cambios en el uso del suelo	Movimientos en masa	Calidad de suelo por	Calidad visual y Paisaje	Modificación paisajística	Variedad	Flora Terrestre	Afectación del hábitat	Flora Acuática	Fauna Terrestre	Afectación del hábitat	Fauna Acuática	Incremento de la población	Generación de Empleo	Cambio en los ingresos de la población	Afectación socio-cultural	Valorización del terreno	Calidad de vida de	Sumatoria de los VIA negativos	Sumatoria de los VIA positivos
		Extracción	Extracción de materiales (arcilla)	2	0	5	0	1	3	4	3	2	4	2	4	3	3	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	3	4
Cargue y descargue de materiales (arcilla)	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	3	6	15
Transporte de materiales	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	2	3	7
Generación de residuos	0		0	4	0	0	0	3	2	3	0	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	0	0	1	0	2	37	3
Trituración y homogenización de materiales	Trituración de materiales	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	1	3	6	
	Homogenización (mezcla) de materiales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	1	0	6	
	Generación de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Cortado y emparrillado	Cortado (Fabricación del adobe)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	6	
	Emparrillado (secado del adobe)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	6	
	Generación de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horneado	Horneado	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	3	3	0	3	3	0	0	4	3	2	0	3	21	12	
	Quema de combustible	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	3	3	0	3	3	0	0	4	3	2	0	3	20	12	
	Generación de residuos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	
Distribución de productos	Transporte de productos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	2	4	
	Cargue y descargue de productos	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	2	3	9	
	Generación de residuos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	
Evaluación	Sumatoria de los Índices de Impacto Ambiental (VIA)	19	4	11	0	1	3	7	9	5	4	12	14	7	7	12	12	6	12	12	6	0	33	24	19	3	28	270	
	No. Impactos Positivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	24	19	3	28	107	---
	No. Impactos Negativos	19	4	11	0	1	3	7	9	5	4	12	14	7	7	12	12	6	12	12	6	0	0	0	0	0	0	---	163

Fuente: Propia.

Anexo 4. Matriz de evaluación de impacto ambiental ladrillera Octavio Paz.

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ACTIVIDAD LADRILLERA EN PUEBLILLO, POPAYÁN, CAUCA					
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca					
Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible					
Semillero de Investigación en Minería Responsable - SIMIR					
Trabajo de grado					
Encargado(s)	Edward Astaiza Varela y Diego Llanos Meza	Nombre de la ladrillera	Octavio Paz	Georreferenciación	76°34'29.73" (O) 2°26'42.60" (N)

COMPONENTES AMBIENTALES		MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																				TOTAL							
		FISICO										BIOTICO					SOCIO-ECONOMICO												
		AIRE		AGUA			SUELO			PAISAJE		FLORA		FAUNA			SOCIAL												
ACTIVIDADES - ACCIONES		Calidad de Aire / Emisiones	Niveles de Ruido y Vibraciones	Calidad de agua superficial	Modificación del nivel freático	Modificación del cause	Disminución del recurso hídrico	Erosión / erodabilidad	Afectación de hábitats	Cambios en el uso del suelo	Movimientos en masa	Calidad de suelo por desechos	Calidad visual y Paisaje	Modificación paisajística	Variedad	Flora Terrestre	Afectación del hábitat	Flora Acuática	Fauna Terrestre	Afectación del hábitat	Fauna Acuática	Incremento de la población	Generación de Empleo	Cambio en los ingresos de la población	Afectación socio-cultural	Valorización del terreno	Calidad de vida de Población	Sumatoria de los VIA negativos	Sumatoria de los VIA positivos
		Extracción	Extracción de materiales (arcilla)	2	0	5	0	3	3	5	3	2	5	2	4	3	3	5	5	5	5	5	5	0	5	4	5	3	4
Cargue y descargue de materiales (arcilla)	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	4	5	0	3	6	17
Transporte de materiales	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	2	3	7
Generación de residuos	0		0	5	0	0	0	3	2	3	0	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	1	0	2	38
Trituración y homogenización de materiales	Trituración de materiales	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	1	3	6	
	Homogenización (mezcla) de materiales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	1	0	6	
	Generación de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Cortado y emparrillado	Cortado (Fabricación del adobe)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	6	
	Emparrillado (secado del adobe)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	6	
	Generación de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horneado	Horneado	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	3	3	0	3	3	0	0	4	3	2	0	3	21	12
	Quema de combustible	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	3	3	0	3	3	0	0	4	3	2	0	3	21	12
	Generación de residuos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Distribución de productos	Transporte de productos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	2	4
	Cargue y descargue de productos	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	2	3	9
	Generación de residuos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1
Evaluación	Sumatoria de los Índices de Impacto Ambiental (VIA)	20	4	12	0	3	3	8	9	5	5	12	14	7	7	13	13	7	13	13	7	0	35	24	21	3	28	286	
	No. Impactos Positivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	24	21	3	28	111	---
	No. Impactos Negativos	20	4	12	0	3	3	8	9	5	5	12	14	7	7	13	13	7	13	13	7	0	0	0	0	0	0	---	175

Fuente: Propia.

Anexo 5. Resultados de laboratorio de la prueba de Bouyoucos ladrillera Raúl Girón

 Gobernación del Cauca Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural		Nombre: Raul Girón - Muestra 1 Finca: Tel / Fax: Vereda: Municipio: POPAYÁN Dpto: 10. Cauca				Fecha entrada : DD MM AA Fecha salida : Material : Suelo Tipo de análisis :																	
		RESULTADOS DEL ANALISIS																					
Nº	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P (ppm)	Sat Al (%)	Al (%)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	K (meq/100g)	Na (meq/100g)	ClCe (meq/100g)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Co (ppm)	Mo (ppm)	
					0-1000 (%)	0-2000 (%)	0-3000 (%)																
9	46343																						
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido ínfimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. E: Fuertemente ácido. F: Muy alcalino. Para M.O: A: Alto. M: Medio. B: Bajo.																							
Nº Cod. Lab.		Cultivo		TEXTURA:		EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI		RECOMENDACION															
		TEXTURA POR BOUYOCOS		T = TRAZAS																			
RECOMENDACION FERTILIZACION																							
Nutrientes puros en Kg/Ha/Año																							
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO																			
TEXTURA POR BOUYOCOS: FRANCO ARENOSO																							
%-ARENA							%-ARCILLA							%-LIMO									
50,16							25,28							24,56									
Acidez intercamb: KCl 1N, M.O. Walkley & Black. P: Bray II. Ca, Mg, K y Na: AcONH4 1N pH 4.97 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B: Absorción Atómica y/o Azometin. Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz Elaboró: Esteban L Ortega Vega Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar																							
Carrera 6 calle 22N Obras Públicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043																		E-mail: labsueloscauca@hotmail.com					
																						Vo Bo	

 Gobernación del Cauca Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural		Nombre: Raul Giron - Muestra - 2 Finca: Tel / Fax: Vereda: Municipio: POPAYÁN Dpto: 10. Cauca POPAYÁN				Fecha entrada : DD MM AA Fecha salida : Material : Suelo Tipo de análisis :																	
		RESULTADOS DEL ANALISIS																					
Nº	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P (ppm)	Sat Al (%)	Al (%)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	K (meq/100g)	Na (meq/100g)	ClCe (meq/100g)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Co (ppm)	Mo (ppm)	
					0-1000 (%)	0-2000 (%)	0-3000 (%)																
10	46344																						
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido ínfimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. E: Fuertemente ácido. F: Muy alcalino. Para M.O: A: Alto. M: Medio. B: Bajo.																							
Nº Cod. Lab.		Cultivo		TEXTURA:		EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI		RECOMENDACION															
		TEXTURA POR BOUYOCOS		T = TRAZAS																			
RECOMENDACION FERTILIZACION																							
Nutrientes puros en Kg/Ha/Año																							
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO																			
TEXTURA POR BOUYOCOS: FRANCO ARCILLOSO																							
%-ARENA							%-ARCILLA							%-LIMO									
42,16							37,28							20,56									
Acidez intercamb: KCl 1N, M.O. Walkley & Black. P: Bray II. Ca, Mg, K y Na: AcONH4 1N pH 4.98 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B: Absorción Atómica y/o Azometin. Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz Elaboró: Esteban L Ortega Vega Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar																							
Carrera 6 calle 22N Obras Públicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043																		E-mail: labsueloscauca@hotmail.com					
																						Vo Bo	

Fuente: Propia.

Anexo 6. Resultados de laboratorio de la prueba de Bouyoucos ladrillera Hernando Girón.

 Gobernación del Cauca Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural		Nombre: Hernando Girón - Muestra 1 Finca: Tel / Fax: Vereda: Municipio: POPAYÁN Dpto: 10. Cauca			DD MM AA Fecha entrada : Fecha salida : Material : <u>Suelo</u> Tipo de análisis :																		
		RESULTADOS DEL ANALISIS																					
N° Lab.	Codigo	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P	Sat Al	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo	
					0-1000	0-2000	0-3000																(%)
15	46349																						
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido ínfimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido. E: Muy alcalino. Para M.O: A: Alto. M: Medio. B: Bajo																							
N° Cod. Lab.	Cultivo	TEXTURA: EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS; SI T = TRAZAS RECOMENDACIÓN																					
RECOMENDACIÓN FERTILIZACION Nutrientes puros en Kg/Ha/Año																							
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	TEXTURA POR BOUYOUCOS: FRANCO ARENOSO																		
					%-ARENA	%-ARCILLA	%-LIMO																
					58,16	19,28	22,56																
Adólez intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black. P: Bray II. Ca, Mg, K y Na: AcONH ₄ 1N pH 5.03 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B: Absorción Atómica y Azometín.																							
Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz Elaboró: Esteban L. Ortega Vega Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar																							
Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043 E-mail: labsueloscauca@hotmail.com																 Vo Bo							

 Gobernación del Cauca Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural		Nombre: Hernando Girón - Muestra 2 Finca: Tel / Fax: Vereda: Municipio: POPAYÁN Dpto: 10. Cauca			DD MM AA Fecha entrada : Fecha salida : Material : <u>Suelo</u> Tipo de análisis :																		
		RESULTADOS DEL ANALISIS																					
N° Lab.	Codigo	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P	Sat Al	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo	
					0-1000	0-2000	0-3000																(%)
16	46350																						
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido ínfimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido. E: Muy alcalino. Para M.O: A: Alto. M: Medio. B: Bajo																							
N° Cod. Lab.	Cultivo	TEXTURA: EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS; SI T = TRAZAS RECOMENDACIÓN																					
RECOMENDACIÓN FERTILIZACION Nutrientes puros en Kg/Ha/Año																							
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	TEXTURA POR BOUYOUCOS: FRANCO ARENOSO																		
					%-ARENA	%-ARCILLA	%-LIMO																
					48,16	25,28	26,56																
Adólez intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black. P: Bray II. Ca, Mg, K y Na: AcONH ₄ 1N pH 5.04 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B: Absorción Atómica y Azometín.																							
Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz Elaboró: Esteban L. Ortega Vega Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar																							
Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043 E-mail: labsueloscauca@hotmail.com																 Vo Bo							

Fuente: Propia.

Anexo 7. Resultados de laboratorio de la prueba de Bouyoucos ladrillera Jorge Girón

 Gobernación del Cauca Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural		Nombre: Jorge Girón - Muestra 1		DD MM AA																				
		Finca: Tel / Fax: Vereda: Municipio: POPAYÁN Dpto: 10. Cauca		Fecha entrada : Fecha salida : Material : Suelo Tipo de análisis :																				
																								
RESULTADOS DEL ANALISIS																								
Nº	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P (ppm)	Sat Al (%)	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo		
					0-1000 (%)	0-2000 (%)	0-3000 (%)																	
7	46341																							
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION																								
Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido ínfimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligera acidez. D: Moderadamente ácido. E: Fuertemente ácido. F: Muy alcalino. Para M.O: A: Alto. M: Medio. B: Bajo																								
Nº	Cod. Lab.	Cultivo	TEXTURA: EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI T = TRAZAS RECOMENDACION																					
		TEXTURA POR BOUYOUCOS																						
		RECOMENDACION FERTILIZACION																						
		Nutrientes puros en Kg/ha/Año																						
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	TEXTURA POR BOUYOUCOS: FRANCO ARENOSO																			
					%-ARENA	%-ARCILLA	%-LIMO																	
					54,16	17,28	28,56																	
		Acidez intercamb: KCl 1N, M.O: Walkley & Black.																						
		P: Bray II.																						
		Ca, Mg, K y Na: ACNH4 1N pH4.95																						
		Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido.																						
		B: Absorcion Atomica y/o Azometin.																						
		Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz	Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043																					
		Elaboró: Esteban L Ortega Vega	E-mail: labsueloscauca@hotmail.com																					
		Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar																						
			 Vo Bo																					

 Gobernación del Cauca Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural		Nombre: Jorge Giron - Muestra 2		DD MM AA																			
		Finca: Tel / Fax: Vereda: Municipio: POPAYÁN Dpto: 10. Cauca		Fecha entrada : Fecha salida : Material : Suelo Tipo de análisis :																			
																							
RESULTADOS DEL ANALISIS																							
Nº	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P (ppm)	Sat Al (%)	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo	
					0-1000 (%)	0-2000 (%)	0-3000 (%)																
8	46342																						
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION																							
Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido ínfimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligera acidez. D: Moderadamente ácido. E: Fuertemente ácido. F: Muy alcalino. Para M.O: A: Alto. M: Medio. B: Bajo																							
Nº	Cod. Lab.	Cultivo	TEXTURA: EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI T = TRAZAS RECOMENDACION																				
		TEXTURA POR BOUYOUCOS																					
		RECOMENDACION FERTILIZACION																					
		Nutrientes puros en Kg/ha/Año																					
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	TEXTURA POR BOUYOUCOS: ARCILLOSO																		
					%-ARENA	%-ARCILLA	%-LIMO																
					28,16	47,28	24,56																
		Acidez intercamb: KCl 1N, M.O: Walkley & Black.																					
		P: Bray II.																					
		Ca, Mg, K y Na: ACNH4 1N pH4.95																					
		Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido.																					
		B: Absorcion Atomica y/o Azometin.																					
		Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz	Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043																				
		Elaboró: Esteban L Ortega Vega	E-mail: labsueloscauca@hotmail.com																				
		Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar																					
			 Vo Bo																				

Fuente: Propia.


Gobernación del Cauca
 Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Nombre: Bernardo Giron - Muestra 3
Finca:
Tel / Fax:
Vereda:
Municipio: POPAYÁN
Dpto: 10. Cauca

Fecha entrada:
Fecha salida:
Material: Suelo
Tipo de análisis:



DD MM AA

RESULTADOS DEL ANALISIS

Nº	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P	Sat Al	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo									
					0-1000	0-2000	0-3000																								
6	46340																														
					%			ppm		%		(meq/100g)										(ppm o mg/Kg)									
					A			F		D		F		A		F		B		C		D		C		B		F		F	

CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION

Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". **Para pH:** A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido. E: Muy alcalino. **Para M.O:** A: Alto M: Medio B: Bajo

Nº	Cod. Lab.	Cultivo	TEXTURA:
		TEXTURA POR BOUYUCOS	EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS; SI
			T = TRAZAS
			RECOMENDACIÓN

RECOMENDACIÓN FERTILIZACION				Nutrientes puros en Kg/Ha/Año		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		
TEXTURA POR BOUYUCOS: FRANCO ARCILLOSO						
% -ARENA		% -ARCILLA		% -LIMO		
44,16		33,28		22,56		

Acidez intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black.
 P: Bray II.
 Ca, Mg, K y Na: AcOH4 1N pH4.54
 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido.
 B: Absorción Atomica y/o Azometin.

Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz
 Elaborado: Esteban L Ortega Vega
 Revisado: Ing. Hernando Sanchez Escobar

Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043
E-mail: labsueloscauca@hotmail.com


 Vo Bo


Gobernación del Cauca
 Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Nombre: Bernardo Giron - Muestra 4
Finca:
Tel / Fax:
Vereda:
Municipio: POPAYÁN
Dpto: 10. Cauca

Fecha entrada:
Fecha salida:
Material: Suelo
Tipo de análisis:

DD MM AA



RESULTADOS DEL ANALISIS

Nº	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P	Sat Al	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo									
					0-1000	0-2000	0-3000																								
17	46351																														
					%			ppm		%		(meq/100g)										(ppm o mg/Kg)									
					A			F		D		F		A		F		B		C		D		C		B		F		F	

CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION

Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". **Para pH:** A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido. E: Muy alcalino. **Para M.O:** A: Alto M: Medio B: Bajo

Nº	Cod. Lab.	Cultivo	TEXTURA:
		TEXTURA POR BOUYUCOS	EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS; SI
			T = TRAZAS
			RECOMENDACIÓN

RECOMENDACIÓN FERTILIZACION				Nutrientes puros en Kg/Ha/Año		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		
TEXTURA POR BOUYUCOS: FRANCO LIMOSO						
% -ARENA		% -ARCILLA		% -LIMO		
22,16		9,28		68,56		

Acidez intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black.
 P: Bray II.
 Ca, Mg, K y Na: AcOH4 1N pH4.505
 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido.
 B: Absorción Atomica y/o Azometin.

Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz
 Elaborado: Esteban L Ortega Vega
 Revisado: Ing. Hernando Sanchez Escobar

Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043
E-mail: labsueloscauca@hotmail.com


 Vo Bo

Fuente: Propia.

Anexo 9. Resultados de laboratorio de la prueba de Bouyoucos ladrillera Jimmy Cruz

 Gobernación del Cauca Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural		Nombre: Jimmy Cruz - Muestra 1 Finca: Tel / Fax: Vereda: Municipio: POPAYÁN Dpto: 10. Cauca			DD MM AA Fecha entrada : Fecha salida : Material : Suelo Tipo de análisis :			 Cauca Laboratorio PYZ															
		RESULTADOS DEL ANALISIS																					
Nº	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P	Sat Al	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo	
					0-1000	0-2000	0-3000																(ppm)
1	46335																						
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION																							
Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido ínfimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. E: Fuertemente ácido. F: Muy alcalino. Para M.O: A: Alto. M: Medio. B: Bajo.																							
Nº		Cod. Lab		Cultivo		TEXTURA: EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI T = TRAZAS RECOMENDACIÓN																	
				TEXTURA POR BOUYOUCOS																			
				RECOMENDACIÓN FERTILIZACION																			
				Nutrientes puros en Kg/Ha/Año																			
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO																			
Adólez intercamb: KCl 1N, M.O: Walkley & Black. P: Bray II. Ca, Mg, K y Na: ACOH4 1N pH 4.99 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B: Absorción Atómica y/o Azometín.																							
Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz Elaboró: Esteban L. Ortega Vega Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar										Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043 E-mail: labsueloscauca@hotmail.com													
																				Vo Bo			

 Gobernación del Cauca Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural		Nombre: Jimmy Cruz - Muestra 2 Finca: Tel / Fax: Vereda: Municipio: POPAYÁN Dpto: 10. Cauca			DD MM AA Fecha entrada : Fecha salida : Material : Suelo Tipo de análisis :			 Cauca Laboratorio PYZ															
		RESULTADOS DEL ANALISIS																					
Nº	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P	Sat Al	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo	
					0-1000	0-2000	0-3000																(ppm)
2	46336																						
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION																							
Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido ínfimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. E: Fuertemente ácido. F: Muy alcalino. Para M.O: A: Alto. M: Medio. B: Bajo.																							
Nº		Cod. Lab		Cultivo		TEXTURA: EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI T = TRAZAS RECOMENDACIÓN																	
				TEXTURA POR BOUYOUCOS																			
				RECOMENDACIÓN FERTILIZACION																			
				Nutrientes puros en Kg/Ha/Año																			
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO																			
Adólez intercamb: KCl 1N, M.O: Walkley & Black. P: Bray II. Ca, Mg, K y Na: ACOH4 1N pH 4.99 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B: Absorción Atómica y/o Azometín.																							
Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz Elaboró: Esteban L. Ortega Vega Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar										Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043 E-mail: labsueloscauca@hotmail.com													
																				Vo Bo			


Nombre: Jimmy Cruz - Muestra 3
Finca:
Tel / Fax:
Vereda:
Municipio: POPAYÁN
Dpto: 10. Cauca

Fecha entrada :
Fecha salida :
Material : Suelo
Tipo de análisis :



RESULTADOS DEL ANALISIS

Nº	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P	Sat Al	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
					0-1000	0-2000	0-3000															
3	46337																					

CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION

Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre".

Para pH: A: Alcalino B: Neutro C: Ligeramente ácido D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido E: Muy alcalino. **Para M.O:** A: Alto M: Medio B: Bajo

Nº	Cod. Lab.	Cultivo	TEXTURA:
		TEXTURA POR BOUYOUCOS	EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI T = TRAZAS

RECOMENDACIÓN FERTILIZACION

Nutrientes puros en Kg/Ha/Año

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO

TEXTURA POR BOUYOUCOS: FRANCO ARCILLOSO

%-ARENA	%-ARCILLA	%-LIMO
36,16	39,28	24,56

Acidez Intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black.
 P: Bray II.
 Ca, Mg, K y Na: AcONH4 1N pH4.91
 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido.
 B: Absorción Atomica y/o Azometin.

Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz
Elaboró: Esteban L. Ortega Vega
Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar

Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043
 E-mail: labsueloscauca@hotmail.com


 Vo Bo

Fuente: Propia.

Anexo 10. Resultados de laboratorio de la prueba de Bouyoucos ladrillera Octavio Paz.


Nombre: Octavio Paz - Muestra 1
Finca:
Tel / Fax:
Vereda:
Municipio: POPAYÁN
Dpto: 10. Cauca

Fecha entrada :
Fecha salida :
Material : Suelo
Tipo de análisis :



RESULTADOS DEL ANALISIS

Nº	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P	Sat Al	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
					0-1000	0-2000	0-3000															
11	46345																					

CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION

Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre".

Para pH: A: Alcalino B: Neutro C: Ligeramente ácido D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido E: Muy alcalino. **Para M.O:** A: Alto M: Medio B: Bajo

Nº	Cod. Lab.	Cultivo	TEXTURA:
		TEXTURA POR BOUYOUCOS	EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI T = TRAZAS

RECOMENDACIÓN FERTILIZACION

Nutrientes puros en Kg/Ha/Año

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO

TEXTURA POR BOUYOUCOS: FRANCO ARCILLO ARENOSO

%-ARENA	%-ARCILLA	%-LIMO
46,16	29,28	24,56

Acidez Intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black.
 P: Bray II.
 Ca, Mg, K y Na: AcONH4 1N pH4.91
 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido.
 B: Absorción Atomica y/o Azometin.

Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz
Elaboró: Esteban L. Ortega Vega
Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar

Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043
 E-mail: labsueloscauca@hotmail.com


 Vo Bo

Gobernación del Cauca
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Nombre: Octavio Paz - Muestra 2
Finca:
Tel / Fax:
Vereda:
Municipio: POPAYÁN
Dpto: 10. Cauca

DD MM AA
Fecha entrada :
Fecha salida :
Material : Suelo
Tipo de análisis :

RESULTADOS DEL ANALISIS

N°	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P (ppm)	Sat Al (%)	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo																				
					0-1000 (%)	0-2000 (%)	0-3000 (%)																																			
12	46346																																									
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. E: Fuertemente ácido. F: Muy alcalino. Para M.O: A: Alto. M: Medio. B: Bajo.																																										
N°	Cod. Lab.	Cultivo		TEXTURA: EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI T = TRAZAS RECOMENDACIÓN																																						
		TEXTURA POR BOUYOCOS		TEXTURA POR BOUYOCOS: ARCILLO																																						
		RECOMENDACIÓN FERTILIZACION		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Nutrientes puros en Kg/Ha/Año</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>P₂O₅</th> <th>K₂O</th> <th>CaO</th> <th>MgO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>																			Nutrientes puros en Kg/Ha/Año					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO										
Nutrientes puros en Kg/Ha/Año																																										
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO																																						
		Acidez intercamb: KCl 1N, M.O: Walkley & Black, P: Bray II, Ca, Mg, K y Na: AcOH4 1N pH 5.00, Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido, B: Absorción Atomica y/o Azometin.																																								
		Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz Elaboró: Esteban L. Ortega Vega Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar		Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043 E-mail: labsueloscauca@hotmail.com																																						

Vo Bo

Gobernación del Cauca
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Nombre: Octavio Paz - Muestra 3
Finca:
Tel / Fax:
Vereda:
Municipio: POPAYÁN
Dpto: 10. Cauca

DD MM AA
Fecha entrada :
Fecha salida :
Material : Suelo
Tipo de análisis :

RESULTADOS DEL ANALISIS

N°	Codigo Lab.	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O			P (ppm)	Sat Al (%)	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo																				
					0-1000 (%)	0-2000 (%)	0-3000 (%)																																			
13	46347																																									
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. E: Fuertemente ácido. F: Muy alcalino. Para M.O: A: Alto. M: Medio. B: Bajo.																																										
N°	Cod. Lab.	Cultivo		TEXTURA: EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI T = TRAZAS RECOMENDACIÓN																																						
		TEXTURA POR BOUYOCOS		TEXTURA POR BOUYOCOS: FRANCO ARCILLO ARENOSO																																						
		RECOMENDACIÓN FERTILIZACION		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Nutrientes puros en Kg/Ha/Año</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>P₂O₅</th> <th>K₂O</th> <th>CaO</th> <th>MgO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>																			Nutrientes puros en Kg/Ha/Año					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO										
Nutrientes puros en Kg/Ha/Año																																										
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO																																						
		Acidez intercamb: KCl 1N, M.O: Walkley & Black, P: Bray II, Ca, Mg, K y Na: AcOH4 1N pH 5.01, Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido, B: Absorción Atomica y/o Azometin.																																								
		Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz Elaboró: Esteban L. Ortega Vega Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar		Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043 E-mail: labsueloscauca@hotmail.com																																						

Vo Bo

