



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS**

### **CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

# **CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO APLICANDO LA NORMA ISO 14064-2019, DE LA ZONA DEL PÁRAMO DE LAS ABRAS, MICROCUENCA ALTA DEL RÍO MOCHA Y PÁRAMO DE GUARGUALLA.**

## **Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

## **INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORAS:** NATALY SILVANA CARGUA FLORES  
VIVIANA JACQUELINE BARAHONA LLUMIQUINGA

**DIRECTORA:** Dra. IRENE DEL CARMEN GAVILANES TERÁN. PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

**©Nataly Silvana Cargua Flores; & Viviana Jacqueline Barahona Llumiyinga**

Se autoriza la copia total o parcial, con fines académicos por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotras, Nataly Silvana Cargua Flores y Viviana Jacqueline Barahona Llumiquinga, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 20 de Julio de 2023.



**Nataly Silvana Cargua Flores**

060508584-4



**Viviana Jacqueline Barahona Llumiquinga**

175268918-0

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; tipo: Proyecto de Investigación, **CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO APLICANDO LA NORMA ISO 14064-2019, DE LA ZONA DEL PÁRAMO DE LAS ABRAS, MICROCUENCA ALTA DEL RÍO MOCHA Y PÁRAMO DE GUARGUALLA.**, realizado por las señorita: **NATALY SILVANA CARGUA FLORES** y **VIVIANA JACQUELINE BARAHONA LLUMIQUINGA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Nancy Elizabeth Chariguamán Maurisaca <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-07-20
Dra. Irene del Carmen Gavilanes Teran, PhD. <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2023-07-20
Dr. Julio Cesar Idrovo Novillo PhD. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2023-07-20

## **DEDICATORIA**

Este trabajo final lo dedico a DIOS por haberme guiado en todo el proceso, a mi madre, por su apoyo; al grupo GAIBAQ en especial a la Dra. Irene Gavilanes, al Dr. Julio Idrovo y a sus técnicos por su apoyo, durante la ejecución del presente trabajo de titulación.

Nataly

Dedico este trabajo de Integración Curricular a mis padres, a mis queridos hermanos, a mis amigos, quienes han estado a mi lado en las largas jornadas de estudio y en los momentos de descanso, les agradezco por su amistad sincera y por hacer de esta experiencia académica algo memorable y divertido.

Viviana

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, por darme vida, fortaleza, y valentía para cumplir un objetivo más en mi trayecto de vida. Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a los docentes que impartieron los conocimientos durante la carrera de Ingeniería Ambiental. Al Grupo de Investigación en Biotecnología Ambiente y Química (GAIBAQ) por el apoyo científico y tecnológico, especialmente a la Dra. Irene Gavilanes y Dr. Julio Idrovo por su apoyo y guía desde el inicio del presente trabajo de titulación, a los técnicos encargados de los laboratorios de la Facultad de Ciencias, en especial al Ing. Cristian Chuquín.

Nataly & Viviana

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XV
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XVII
RESUMEN.....	XVIII
SUMMARY/ABSTRACT .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

<b>1</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>Antecedentes .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3</b>	<b>Referencias Teóricas .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.1</b>	<i>Contaminación atmosférica .....</i>	<i>6</i>
<b>1.3.1.1</b>	<i>Comportamiento de las partículas y gases .....</i>	<i>6</i>
<b>1.3.1.2</b>	<i>Contaminantes primarios.....</i>	<i>7</i>
<b>1.3.1.3</b>	<i>Contaminantes secundarios .....</i>	<i>7</i>
<b>1.4</b>	<b>Tipo de emisiones contaminantes .....</b>	<b>8</b>
<b>1.5</b>	<b>Cambio climático y los Gases de efecto invernadero .....</b>	<b>9</b>
<b>1.5.1.</b>	<i>Radiación Solar .....</i>	<i>10</i>
<b>1.5.2.</b>	<i>Efecto Invernadero.....</i>	<i>11</i>
<b>1.6</b>	<b>Huella de Carbono .....</b>	<b>12</b>
<b>1.6.1.</b>	<i>Metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono .....</i>	<i>15</i>
<b>1.6.1.1.</b>	<i>ISO 14067 .....</i>	<i>15</i>
<b>1.6.1.2.</b>	<i>PAS 2050.....</i>	<i>16</i>
<b>1.6.1.3.</b>	<i>PAS 2060.....</i>	<i>16</i>
<b>1.6.1.4.</b>	<i>ISO 14064 .....</i>	<i>17</i>
<b>1.6.1.5.</b>	<i>GHG Protocol.....</i>	<i>17</i>
<b>1.7</b>	<b>Evaluación de impacto ambiental.....</b>	<b>19</b>
<b>1.7.1</b>	<i>Metodologías para la Evaluación de Impacto Ambiental.....</i>	<i>19</i>
<b>1.7.1.1</b>	<i>Listas de chequeo .....</i>	<i>19</i>
<b>1.7.1.2</b>	<b>Matrices de Causa y efecto .....</b>	<b>19</b>

1.8	Línea base .....	20
-----	------------------	----

## CAPÍTULO II

2	MARCO METODOLÓGICO.....	21
2.1	Tipo de investigación .....	21
2.2	Área de estudio.....	21
2.3	Población de estudio.....	21
2.4	Tamaño de la muestra .....	22
2.4.1	<i>Zonas a Encuestar</i> .....	22
2.5	Levantamiento de la línea base .....	24
2.5.1	<i>Metodología para el levantamiento de la línea base</i> .....	24
2.6	Selección de la Metodología para le Evaluación de Impacto Ambiental.....	25
2.6.1	<i>Matriz de Leopold Modificada</i> .....	25
2.7	Cálculo de la Huella de Carbono.....	30
2.7.1	<i>Limites operativos</i> .....	30
2.7.2	<i>Selección y establecimiento del año base</i> .....	31
2.7.3	<i>Identificación de fuentes de Gases de Efecto Invernadero</i> .....	31
2.7.4	<i>Factores de emisión</i> .....	32
2.7.5	<i>Formula</i> .....	35
2.8	Puntos de muestreo de suelos y materia vegetal.....	36
2.9	Localización de los análisis de laboratorio.....	39
2.10	Técnica de recolección de datos .....	39
2.10.1	<i>Técnica de muestreo de suelo y materia vegetal</i> .....	40
2.10.2	<i>Medición de Temperatura y Humedad ambiental</i> .....	41
2.10.3	<i>Preparación de muestras</i> .....	41
2.10.4	<i>Análisis físico, químicos y físico-químicos</i> .....	42
2.10.4.1	<i>Determinación de humedad</i> .....	42
2.10.4.2	<i>Determinación de pH y conductividad eléctrica</i> .....	43
2.10.4.3	<i>Determinación de materia orgánica</i> .....	43
2.10.4.4	<i>Determinación de densidad aparente</i> .....	44
2.10.4.5	<i>Determinación de densidad real</i> .....	45
2.10.4.6	<i>Determinación de textura</i> .....	46
2.10.4.7	<i>Determinación de Carbono total, N y relación C/N</i> .....	47
2.10.4.8	<i>Determinación de Nitrógeno</i> .....	48
2.10.4.9	<i>Determinación de Carbono Orgánico Oxidable</i> .....	49



2.10.4.10	<i>Determinación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC)</i> .....	50
2.10.4.11	<i>Digestión de muestras para la determinación de metales pesados</i> .....	51
2.10.4.12	<i>Digestión Asistida por Microondas de Muestras Para Análisis De Metales Totales del Suelo y Materia Vegetal</i> .....	51
2.10.4.13	<i>Determinación de Micronutrientes Asimilables en el suelo (Cu, Mn, Fe y Zn)</i> .....	52
2.10.4.14	<i>Determinación de Macronutrientes Asimilables en el suelo (Ca, Na, K y Mg)</i> .....	53
2.10.4.15	<i>Determinación de Sulfatos</i> .....	53
2.10.4.16	<i>Determinación de fosfatos</i> .....	54
2.10.4.17	<i>Determinación de nitratos</i> .....	55
2.10.4.18	<i>Determinación de Fósforo por Espectrofotometría UV</i> .....	55
2.10.4.19	<i>Determinación de Cloruros</i> .....	57
2.10.5	<i>Preparación de STD`s para curvas de Calibración para la lectura en el equipo de Absorción Atómica</i> .....	58
2.10.5.1	<i>Determinación de Cadmio</i> .....	58
2.10.5.2	<i>Determinación de Níquel</i> .....	59
2.10.5.3	<i>Determinación de Plomo</i> .....	60
2.10.5.4	<i>Determinación de Cromo</i> .....	61
2.10.5.5	<i>Determinación de Arsénico</i> .....	62
2.10.5.6	<i>Determinación de Zinc</i> .....	63
2.10.5.7	<i>Determinación de Cobre</i> .....	64
2.10.5.8	<i>Determinación de Hierro</i> .....	65
2.10.5.9	<i>Determinación de Manganeseo</i> .....	66
2.10.5.10	<i>Determinación de Mercurio</i> .....	67
2.10.5.11	<i>Determinación de Selenio</i> .....	68
2.10.5.12	<i>Determinación de Potasio</i> .....	69
2.10.5.13	<i>Determinación de Sodio</i> .....	70
2.10.5.14	<i>Determinación de Calcio</i> .....	71

### **CAPÍTULO III**

3	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	73
3.2	<b>Levantamiento de la Línea base</b> .....	73
3.2.1	<b>Paramo de las abras</b> .....	73
3.2.1.1	<i>Medio físico</i> .....	73
2.1.1.1.	<i>Medio biótico</i> .....	74
2.1.1.2.	<i>Medio socioeconómico</i> .....	75

3.2.2	<b>Microcuenca alta del Río Mocha</b> .....	76
3.2.2.1	<i>Medio físico</i> .....	76
3.2.2.2	<i>Medio biótico</i> .....	77
3.2.2.3	<i>Medio socioeconómico</i> .....	78
3.2.3	<b>Paramo de Guargualla</b> .....	79
3.2.3.1	<i>Medio físico</i> .....	79
3.2.3.2	<i>Medio biótico</i> .....	80
3.2.3.3	<i>Medio socioeconómico</i> .....	81
3.3	<b>Matriz de impacto ambiental</b> .....	81
3.3.1	<b>Matriz de Impacto Ambiental de las Abras</b> .....	81
3.4	<b>Análisis de laboratorio</b> .....	96
3.4.1	<b>Resultados de los análisis fisicoquímicos del suelo</b> .....	96
3.4.1.1	<i>pH</i> .....	98
3.4.1.2	<i>Conductividad Eléctrica (CE)</i> .....	99
3.4.1.3	<i>Densidad real</i> .....	100
3.4.1.4	<i>Densidad aparente</i> .....	100
3.4.1.5	<i>Humedad (relativa)</i> .....	101
3.4.1.6	<i>Textura</i> .....	102
3.4.2	<b>Resultados de análisis químicos del suelo</b> .....	102
3.4.2.1	<i>Materia Orgánica</i> .....	104
3.4.2.2	<i>Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C)</i> .....	105
3.4.2.3	<i>Carbono Oxidable</i> .....	106
3.4.2.4	<i>Nitrógeno Total Kjeldahl</i> .....	106
3.4.3	<b>Resultados metales pesados de muestras del suelo</b> .....	107
3.4.3.1	<i>Cadmio</i> .....	108
3.4.3.2	<i>Níquel</i> .....	110
3.4.3.3	<i>Plomo</i> .....	111
3.4.3.4	<i>Mercurio</i> .....	111
3.4.3.5	<i>Cromo</i> .....	111
3.4.3.6	<i>Arsénico</i> .....	112
3.4.4	<b>Resultados macronutrientes de muestras del suelo</b> .....	112
3.4.4.1	<i>Calcio</i> .....	113
3.4.4.2	<i>Fosforo</i> .....	114
3.4.4.3	<i>Potasio</i> .....	115
3.4.5	<b>Resultados micronutrientes de muestras del suelo</b> .....	116
3.4.5.1	<i>Cobre</i> .....	118
3.4.5.2	<i>Manganeso</i> .....	118

3.4.5.3	<i>Hierro</i>	119
3.4.5.4	<i>Zinc</i>	120
3.4.6	<b><i>Resultados de análisis químicos del suelo</i></b>	121
3.4.6.1	<i>Relación Carbono Nitrógeno</i>	123
3.4.6.2	<i>Sodio</i>	124
3.4.6.3	<i>Sulfato</i>	124
3.4.6.4	<i>Nitrato</i>	125
3.4.6.5	<i>Fosfato</i>	126
3.4.6.6	<i>Cloruro</i>	127
3.4.7	<b><i>Resultados metales pesados de muestras de materia vegetal</i></b>	127
3.4.7.1	<i>Mercurio</i>	129
3.4.7.2	<i>Cadmio</i>	129
3.4.7.3	<i>Níquel</i>	129
3.4.7.4	<i>Plomo</i>	130
3.4.7.5	<i>Cromo</i>	130
3.4.7.6	<i>Arsénico</i>	130
3.5	<b>Huella de Carbono</b>	<b>131</b>
3.5.1	<i>Tamaño de la muestra de las zonas de estudio</i>	131
3.5.2	<i>Cuantificación de la Huella de Carbono</i>	132
3.5.3	<i>Determinación de emisiones por uso de luz eléctrica</i>	134
3.5.4	<i>Determinación de emisiones por uso de combustible</i>	137
3.5.5	<i>Determinación de emisiones por plaguicidas y fertilizantes</i>	140
3.5.5.1	<i>Emisión por plaguicidas</i>	142
3.5.5.2	<i>Emisión por fertilizantes</i>	143
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>146</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>148</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Ejemplos de Contaminantes primarios .....	7
<b>Tabla 2-1:</b> Ejemplos de Contaminantes secundarios .....	8
<b>Tabla 3-1:</b> Tipo de emisiones contaminantes.....	8
<b>Tabla 4-1:</b> Tipo de Gases de Efecto Invernadero .....	9
<b>Tabla 5-1:</b> Definiciones de "Huella de Carbono" .....	13
<b>Tabla 6-1:</b> Clasificación del alcance de GHG Protocol .....	18
<b>Tabla 1-2:</b> Matriz de Leopold .....	26
<b>Tabla 2-2:</b> Calificación de la Magnitud e Importancia del Impacto Ambiental negativo .....	29
<b>Tabla 3-2:</b> Calificación de la Magnitud e Importancia del Impacto Ambiental positivo.....	30
<b>Tabla 4-2:</b> Clasificación de alcance de emisiones de Gases de Efecto Invernadero .....	30
<b>Tabla 5-2:</b> Ejemplos de fuentes y sumideros de Gases de efecto invernadero .....	31
<b>Tabla 6-2:</b> Factores de emisión .....	32
<b>Tabla 7-2:</b> Coordenadas de los puntos de muestreo en el páramo de Las Abras .....	37
<b>Tabla 8-2:</b> Coordenadas de los puntos de muestreo en la Microcuenca alta del Río Mocha .....	38
<b>Tabla 9-2:</b> Coordenadas de los puntos de muestreo en el páramo de Guargualla.....	38
<b>Tabla 10-2:</b> STD para la curva de calibración para fósforo .....	56
<b>Tabla 11-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Cadmio .....	58
<b>Tabla 12-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Níquel .....	59
<b>Tabla 13-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Plomo.....	60
<b>Tabla 14-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Cromo .....	61
<b>Tabla 15-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Arsénico.....	63
<b>Tabla 16-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Zinc.....	63
<b>Tabla 17-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Cobre .....	64
<b>Tabla 18-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Hierro.....	65
<b>Tabla 19-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Manganeso.....	66
<b>Tabla 20-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Mercurio .....	67
<b>Tabla 21-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Selenio .....	68
<b>Tabla 22-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Potasio .....	69
<b>Tabla 23-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Sodio.....	70
<b>Tabla 24-2:</b> Preparación de STD's para Curva de Calibración de Calcio.....	71
<b>Tabla 1-3:</b> Flora existente en el páramo de Las Abras.....	74
<b>Tabla 2-3:</b> Fauna existente en el páramo de Las Abras .....	75
<b>Tabla 3-3:</b> Flora existente en la Microcuenca Alta del Río Mocha .....	77
<b>Tabla 4-3:</b> Fauna existente en la Microcuenca Alta del Río Mocha .....	78

<b>Tabla 5-3:</b> Flora existente en el Páramo de Guargualla .....	80
<b>Tabla 6-3:</b> Fauna existente en el Páramo de Guargualla.....	80
<b>Tabla 7-3:</b> Matriz de Impacto Ambiental de las Abras .....	82
<b>Tabla 8-3:</b> Matriz de Impacto Ambiental de la Micro Cuenca Alta del Río Mocha.....	87
<b>Tabla 9-3:</b> Matriz de Impacto Ambiental de Guarguallá .....	92
<b>Tabla 10-3:</b> Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de suelo del páramo de Las Abras.....	96
<b>Tabla 11-3:</b> Resultados de análisis fisicoquímico de las muestras de suelo de la Microcuenca Alta del río Mocha.....	97
<b>Tabla 12-3:</b> Resultados de análisis fisicoquímico de las muestras de suelo del páramo de Guargualla .....	98
<b>Tabla 13-3:</b> Resultados de análisis químicos de muestras de suelos del Páramo de Las Abras .....	102
<b>Tabla 14-3:</b> Resultados de análisis químicos de muestras de suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha .....	103
<b>Tabla 15-3:</b> Resultados de análisis químicos de muestras de suelos del Páramo de Guargualla .....	103
<b>Tabla 16-3:</b> Resultados de metales pesados de muestras de suelos del Páramo de Las Abras	107
<b>Tabla 17-3:</b> Resultados de metales pesados de muestras de suelos de la Microcuenca Alta del río Mocha .....	107
<b>Tabla 18-3:</b> Resultados de metales pesados de muestras de suelos del Páramo de Guargualla .....	108
<b>Tabla 19-3:</b> Resultados de macronutrientes de muestras de suelos del Páramo de Las Abras	112
<b>Tabla 20-3:</b> Resultados de macronutrientes de muestras de suelos de la Microcuenca Alta del río Mocha .....	113
<b>Tabla 21-3:</b> Resultados de macronutrientes de muestras de suelos del Páramo de Guargualla	113
<b>Tabla 22-3:</b> Resultados de micronutrientes de muestras de suelos del Páramo de Las Abras .	116
<b>Tabla 23-3:</b> Resultados de micronutrientes de muestras de suelos de la Microcuenca Alta del río Mocha .....	117
<b>Tabla 24-3:</b> Resultados de micronutrientes de muestras de suelos del Páramo de Guargualla	117
<b>Tabla 25-3:</b> Resultados de análisis químicos de las muestras de suelo del páramo de Las Abras .....	121
<b>Tabla 26-3:</b> Resultados de análisis químicos de las muestras de suelo de la Microcuenca Alta del Río Mocha .....	122
<b>Tabla 27-3:</b> Resultados de análisis químicos de las muestras de suelo del páramo de Guargualla .....	122

<b>Tabla 28-3:</b> Resultados de metales pesados de muestras de materia vegetal del Páramo de Las Abras.....	127
<b>Tabla 29-3:</b> Resultados de metales pesados de muestras de materia vegetal de la Microcuenca Alta del Río Mocha .....	128
<b>Tabla 30-3:</b> Resultados de metales pesados de muestras de materia vegetal del Páramo de Guargualla .....	128
<b>Tabla 31-2:</b> Total de emisiones de GEI .....	132
<b>Tabla 32-3:</b> Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de luz eléctrica del Páramo de Las Abras.....	135
<b>Tabla 33-3:</b> Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de luz eléctrica de la Microcuenca Alta del Río Mocha .....	135
<b>Tabla 34-3:</b> Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de luz eléctrica del Páramo de Guargualla .....	135
<b>Tabla 35-3:</b> Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de combustible del Páramo de Las Abras.....	137
<b>Tabla 36-3:</b> Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de combustible de la Microcuenca Alta del Río Mocha .....	137
<b>Tabla 37-3:</b> Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de combustible del Páramo de Guargualla .....	137
<b>Tabla 39-3:</b> Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de plaguicidas y fertilizantes en la Microcuenca Alta del Río Mocha.....	140
<b>Tabla 40-3:</b> Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de plaguicidas y fertilizantes del Páramo de Guargualla .....	141
<b>Tabla 41-3:</b> Cuantificación Total de CO <sub>2</sub> eq emitido a la atmósfera.....	144

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-1:</b> Clasificación de los contaminantes atmosféricos.....	6
<b>Ilustración 2-1:</b> Distribución de la radiación solar que llega a la Tierra expresada.....	11
<b>Ilustración 3-1:</b> Flujos de energía que contribuyen al efecto invernadero en condiciones de todo el cielo $Wm^{-2}$ .....	12
<b>Ilustración 4-1:</b> Ciclo de medición de la Huella de Carbono .....	14
<b>Ilustración 5-1:</b> Diagrama de la norma ISO 14067 .....	15
<b>Ilustración 6-1:</b> Diagrama de la norma PAS 2050.....	16
<b>Ilustración 1-2:</b> Mapa de capacidad y Uso de la Tierra de la Parroquia Cebadas .....	23
<b>Ilustración 2-2:</b> Uso de tierra del Cantón Mocha .....	24
<b>Ilustración 3-2:</b> Metodología para el Levantamiento de la línea base .....	24
<b>Ilustración 4-2:</b> Pasos para identificar y calcular la Huella de Carbono. ....	36
<b>Ilustración 5-2:</b> Puntos de muestreo del páramo de Las Abras .....	37
<b>Ilustración 6-2:</b> Puntos de muestreo de la Microcuenca alta del Río Mocha .....	38
<b>Ilustración 7-2:</b> Puntos de muestreo del páramo de Guargualla.....	39
<b>Ilustración 8-2:</b> Técnica de muestreo empleada .....	40
<b>Ilustración 9-2:</b> Toma de muestra de suelo y materia vegetal .....	40
<b>Ilustración 10-2:</b> Monitoreo de Temperatura y Humedad .....	41
<b>Ilustración 11-2:</b> Preparación de las muestras .....	42
<b>Ilustración 12-2:</b> Determinación de pH y conductividad eléctrica .....	43
<b>Ilustración 13-2:</b> Determinación de Materia Orgánica.....	44
<b>Ilustración 14-2:</b> Determinación de densidad aparente .....	45
<b>Ilustración 15-2:</b> Determinación de la densidad real.....	46
<b>Ilustración 16-2:</b> Triangulo de textura.....	47
<b>Ilustración 17-2:</b> Determinación de textura.....	47
<b>Ilustración 18-2:</b> Determinación de Carbono Total, N y relación C/N.....	48
<b>Ilustración 19-2:</b> Determinación de Nitrógeno.....	48
<b>Ilustración 20-2:</b> Determinación de Carbono Orgánico Oxidable .....	49
<b>Ilustración 21-2:</b> Determinación de capacidad de Intercambio catiónico .....	50
<b>Ilustración 22-2:</b> Digestión de las muestras para la determinación de metales pesados .....	51
<b>Ilustración 23-2:</b> Digestión de las muestras para la determinación de metales pesados .....	52
<b>Ilustración 25-2:</b> Determinación de Micronutrientes Asimilables en el suelo (Ca, Na, K, y Mg)) .....	53
<b>Ilustración 26-2:</b> Determinación de Sulfatos.....	54
<b>Ilustración 27-2:</b> Determinación de Fosfatos .....	54

<b>Ilustración 28-2:</b> Determinación de Nitratos .....	55
<b>Ilustración 29-2:</b> Determinación de Fósforo por Espectrofotometría UV .....	57
<b>Ilustración 30-2:</b> Determinación de Cloruros .....	58
<b>Ilustración 31-2:</b> Determinación de Cadmio .....	59
<b>Ilustración 32-2:</b> Determinación de Níquel .....	60
<b>Ilustración 33-3:</b> Determinación de Plomo.....	61
<b>Ilustración 34-2:</b> Determinación de Cromo.....	62
<b>Ilustración 35-2:</b> Determinación de Arsénico.....	63
<b>Ilustración 36-2:</b> Determinación de Zinc.....	64
<b>Ilustración 37-2:</b> Determinación de Cobre .....	65
<b>Ilustración 38-2:</b> Determinación de Hierro.....	66
<b>Ilustración 39-2:</b> Determinación de Manganeso.....	67
<b>Ilustración 40-2:</b> Determinación de Mercurio .....	68
<b>Ilustración 41-2:</b> Determinación de Selenio .....	69
<b>Ilustración 42-2:</b> Determinación de Potasio .....	70
<b>Ilustración 43-2:</b> Determinación de Sodio.....	71
<b>Ilustración 44-2:</b> Determinación de Calcio.....	72



## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** ENCUESTA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

**ANEXO B:** LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN MEDIANTE ENCUESTAS

**ANEXO C:** RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO Y MATERIA VEGETAL

**ANEXO D:** PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE SUELO Y MATERIA VEGETAL

**ANEXO E:** ANÁLISIS DE SUELO

**ANEXO F:** ANÁLISIS DE MATERIA VEGETAL

**ANEXO G:** TABULACIÓN DE ENCUESTAS

**ANEXO H:** CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO SEGÚN ENCUESTAS  
REALIZADAS

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo cuantificar la Huella de Carbono, aplicando la Norma ISO 14064-2019, en las zonas Páramo de las Abras, Microcuenca alta del Río Mocha y Páramo de Guarguallá, zonas donde se practica con mayor incidencia las actividades agrícolas y ganaderas. Se realizó el levantamiento de la línea base, abarcando medios físicos, biológico y socioeconómico; determinando los factores para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), bajo la metodología de Leopold Modificado. Para el análisis, físico, físico químico, y químico, se realizaron ocho muestreos de suelo de manera aleatoria, bajo criterios de accesibilidad procurando la representatividad de las muestras de suelo y materia vegetal. Tras la EIA se obtuvieron valores negativos, - 3681 en la Microcuenca Alta del Río Mocha, - 3899 en el Páramo de las Abras y - 4077 en el Páramo de Guarguallá, a partir de estos datos se realizaron encuestas divididas en tres secciones: uso de agroquímicos, uso de combustible, y consumo energético; para aplicar la fórmula establecida por la norma ISO 14064- 2019, donde se obtuvo una emisión total de 1 723,41 Ton de CO<sub>2</sub>eq emitidos a la atmósfera, las actividades agrarias generan 163, 22 Ton de CO<sub>2</sub>eq , el uso de combustible emite 1 558 Ton de CO<sub>2</sub>eq y el uso de la electricidad emite 441,74 Ton de CO<sub>2</sub>eq, de acuerdo a los análisis realizados en laboratorio la cantidad de Carbono oxidable encontrado en el suelo es superior al 4 % y la cantidad de materia orgánica valores superiores al 8%; los metales pesados (Cd, Ni, Pb, Hg, Cr, y As ), no superan los límites máximos permisibles, por lo que se puede mencionar que los suelos son los precursores en receptor la cantidad de CO<sub>2</sub> emitidos a la atmósfera, fijando el carbono al suelo y desprendiendo oxígeno.

**Palabras clave:** <AMBIENTE>, <IMPACTO AMBIENTAL, <EMISIÓN DE GASES, <TONELADAS>, <EFECTO INVERNADERO>, <CARBONO>, <SUELO>, <FERTILIZANTES>.

1673-DBRA-UPT-2023



## SUMMARY/ABSTRACT

The aim of the current research was to quantify the Carbon Footprint, applying the ISO 14064-2019 Standard, in the paramo areas of las Abras, the upper micro-basin of the Mocha River and the Guarguallá paramo, areas with a great incidence of agricultural and livestock activities. A baseline survey was carried out, covering physical, biological and socioeconomic factors and determining the factors for the Environmental Impact Assessment (EIA), based on the Modified Leopold methodology. For the physical, physical-chemical and chemical analysis, eight soil samples were randomly taken under accessibility criteria and ensuring the representativeness of the soil and plant matter samples. After the EIA, these negative values were obtained: -3681 in the Upper Micro-basin of Mocha River, -3899 in las Abras paramo and -4077 in the Guarguallá paramo; based on these data, surveys for three sections were conducted: agrochemical use, fuel use, and energy consumption; to apply the formula established by the ISO 14064-2019 standard with the following results: a total emission of 1 723.41 tons of CO<sub>2</sub> eq emitted to the atmosphere, agricultural activities generate 163.22 tons of CO<sub>2</sub>eq, the use of fuel emits 1 558 tons of CO<sub>2</sub>eq and the use of electricity emits 441.74 tons of CO<sub>2</sub> eq, according to analysis carried out in the laboratory, the amount of oxidizable carbon found in the soil is higher than 4% and the amount of organic matter values is higher than 8%; Heavy metals (Cd, Ni, Pb, Hg, Cr, and As), do not exceed the maximum permissible limits; consequently, soils are the precursors in receiving the amount of CO<sub>2</sub> emitted into the atmosphere, fixing carbon into the soil and releasing oxygen.

Keywords: <ENVIRONMENT>, <ENVIRONMENTAL IMPACT>, <GAS EMISSION>, <TONS>, <GREENHOUSE EFFECT>, <CARBON>, <SOIL>, <FERTILIZERS>.



Lic. Paul Ronaldo Armas Pesantéz. Msc.

0603289877

## **INTRODUCCIÓN**

### **Identificación del problema**

La Huella de Carbono es considerado un indicador ambiental, imprescindible para cuantificar los Gases de Efecto Invernadero (Schneider y Samaniego 2010), que se genera a nivel mundial por las actividades antropogénicas, como la industria, la minería, la agricultura, el transporte, la construcción, la urbanización, la deforestación, etc (Barragán et al. 2019).

A nivel mundial el 49% de la emisión de gases de Efecto Invernadero proviene del sector agropecuario, los principales gases que se emiten a la atmosfera son: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, y N<sub>2</sub>O (Costantini et al. 2018). En el Ecuador las actividades del sector agropecuario aportan el 7,7% dentro de la economía del país (INEC 2021), el 28,5% pertenece a la acuicultura y pesca, el 8,6% para alojamientos y servicios de alimentos, el 8,4% para suministros de agua y electricidad, el 7,0% para las demás actividades económicas y finalmente el 6,5% es referente al transporte (Solines et al. 2022); de la población general del país el 20 % realiza actividades enfocadas al sector agropecuario, dentro de la cual se estima que el 54% de esta población desempeña actividades agrícolas (INEC 2021); por lo que se puede mencionar que el Ecuador es un país donde la mayoría de las tierras está destinado al sector agrícola(MAG 2020).

El cuidado del páramo tiene relevancia por su capacidad de reposición en la Huella hídrica y mitigación de la Huella de carbono ya que por medio de estudios realizados llevadas a cabo por el Fondo para la Protección de Agua (FONAG) se determinó que una hectárea de los suelos de los páramos conservados puede almacenar de 115 a 130 Toneladas de Carbono; mientras que una hectárea de suelo de páramo restaurado puede almacenar de 8 a 33 Toneladas de Carbono (CERES 2022)

En la zona del Páramo de Las Abras, Microcuenca alta del Río Mocha y el Páramo de Guargualla, se considera las actividades antropogénicas, como: la agricultura, la ganadería, el comercio, así como también las actividades cotidianas, fuentes generadoras de las emisiones de gases de efecto invernadero, para ello la cuantificación de Carbono en suelos está relacionada con la cantidad de Carbono capturado por los suelos de los páramos, y por su vegetación. (FONAG 2021).

### **Justificación**

Existe una amplia evidencia del cambio climático como consecuencia de la degradación del ambiente, según la Organización Meteorológica Mundial (WMO) en el año 2020 y 2021 las concentraciones de Metano (CH<sub>4</sub>) presentaron un aumento de 15 y 18 ppb (partes por billón) respectivamente, desde que se inició a monitorear hace cuatro décadas, las razones de este

aumento no están especificadas pero se cree que este drástico cambio se da por procesos biológicos y antropogénicos; mientras que para el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) su aumento paso de 103% durante el periodo de 2011 a 2020; habiendo un cambio importante en el año 2021 cuando alcanzo un valor de 149% (WMO 2021).

Entre los años 1990 y 2021, el efecto del calentamiento climático por los Gases de Efecto Invernadero (GEI) aumentó en un aproximado del 50%, el cual un 80% representó al Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) (WMO 2022).

En la Convención Marco de las Naciones Unidas, el cual trata sobre el Cambio Climático, el Ecuador se compromete a mantener una estabilización de las concentraciones de GEI emitidos a la atmósfera, estableciendo medidas de mitigación, acciones correctivas y sustentables, los puntos focales para contrarrestar la Huella de Carbono, de una organización y/o producto se centra en identificar el ciclo de vida de estos servicios y/o productos (MAATE 2021).

El cálculo de la huella de carbono se enmarca en el PECC (Programa Ecuador Carbono Cero), establecido por el MAATE (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica), en el Acuerdo Ministerial Nro.-MAATE 2021-046, con el fin de promover medidas y acciones para cuantificar, reducir y neutralizar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) producidos por las diferentes actividades antropogénicas e industriales (MAATE 2021).

La presente investigación busca cuantificar la Huella de Carbono mediante la norma ISO 14064, de los sectores que se dedican a la agricultura y ganadería, en las zonas del páramo de Las Abras, Microcuenca alta del Río Mocha y páramo de Guargalla; debido a que son zonas en las cuales la mayoría de su población se dedican a las actividades de la agricultura y ganadería, los propietarios de la mayor parte de tierras se dedican a la agricultura, y hacen uso de diferentes agroquímicos, pesticidas e insecticidas; dichas actividades se realizan con la finalidad de cumplir la demanda del mercado obteniendo así una mayor remuneración económica, por lo tanto estas actividades son unos de los principales contaminantes ambientales que emiten una gran cantidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que se acumulan en la atmósfera y forman parte del proceso del cambio climático.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **General**

Cuantificar la huella de carbono, aplicando la norma ISO 14064-2019 de la zona del páramo de las Abras, microcuenca alta del río Mocha y páramo de Guargualla.

### **Específicos**

- Estudiar la realidad de la zona y determinar los lineamientos para la cuantificación de la huella de carbono en suelos.
- Estudiar la primera parte de la norma ISO 14064 y establecer los parámetros para la cuantificación de la emisión de los Gases de Efecto invernadero y cuantificar la huella de carbono.
- Analizar las muestras de suelo, tomadas de las áreas de estudio para determinar la cantidad de carbono almacenado.
- Determinar el impacto ambiental en las zonas de estudio aplicando la matriz de Leopold modificada.

## **HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Nula**

¿Las toneladas de CO<sub>2</sub> emitida a la atmósfera, proceden de la agricultura y ganadería?

### **Alternativa**

¿Las toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera que se producen por las actividades antropogénicas que se realizan en las zonas altas de la microcuenca alta del Río Mocha, páramo de las Abras y páramo de Guargualla, disminuye debido a la captura de carbono de los suelos?

## CAPÍTULO I

### 1 MARCO TEÓRICO

#### 1.2 Antecedentes

Las actividades agrícolas y ganaderas, durante los últimos años han sido actividades dinámicas las cuales se relacionan con el crecimiento poblacional e industrial, con el fin de abastecer las demandas de alimentos y los servicios, los cuales están vinculados con la producción, acopio, procesamiento, comercio y distribución (Trivelli y Berdegué 2019).

Dentro de este desarrollo agroindustrial, se ha visto el uso masivo de agroquímicos, insecticidas, abonos inorgánicos, entre otros, lo cual le provee al agricultor un producto de mejor calidad, libre de plagas, listo para competir dentro del mercado; estas actividades agroganaderas son las causantes de emitir gases a la atmósfera, lo que contribuye a la acumulación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en un 40% (Tamashiro 2019).

El crecimiento económico del Ecuador procede en la parte rural, donde el 36,18% de la población se conforma por productores agrícolas y ganaderos, de los cuales el 54% de la población se dedica a la producción agraria y en un 20 % lo conforman la parte agropecuaria (Chuncho, Uriguen y Apolo 2021).

Las provincias de Tungurahua y Chimborazo se dedican a la agricultura y ganadería, lo que se ha evidenciado que las zonas altas y los páramos han sido afectados debido a la expansión y ascenso de la frontera agrícola, afectando de este modo la calidad del suelo, aire y agua; cabe destacar que los páramos son base importante para la regulación del ciclo hidrológico, clima, desarrollo social, económico y cultural, además mantiene una relación directa con el almacenamiento, regulación, ciclos del agua, ciclos del carbono, entre otros (Morochó y Chuncho 2019).

La provincia de Tungurahua mantiene una superficie de 3 386, 26 km<sup>2</sup>, donde los 1 367, 37 km<sup>2</sup> corresponde a los páramos, lo cual indica que de acuerdo con (Naranjo 2021); tiene una población de alrededor de 590 600 habitantes, de la cual el 59,1% se encuentra en la zona rural y el 40,9% en zonas urbanas, la provincia de Tungurahua está ubicada , al Norte: provincia de Cotopaxi, al Sur: provincia de Chimborazo, al Este: provincia de Pastaza y Napo y al Oeste: provincia de Bolívar y Cotopaxi (Naranjo 2021).

Del total de la población antes mencionada el 27,61% de la población, se dedicada a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, la misma que se ubica en las zonas altoandinas de la provincia, ya que son sitios estratégicos para este tipo de actividades, de las cuales se benefician varias familias, pero a la misma vez genera una cierta preocupación ya que mientras la población y las ciudades crezcan a sus alrededores, las zonas destinadas a la agricultura y ganadería, siguen ascendiendo a

las zonas altas, provocando un desequilibrio y afectando la regulación hídrica, y los ciclos ecológicos.

Por otro lado, la industria manufacturera representa el 19,04% y el sector comercial representa el 16,88%, los servicios concentran el 13,80%, el transporte el 4,64%, la construcción el 5,29%, servicios financieros el 1,20% y otras actividades el 11,54% de la Población Económicamente Activa (PEA), es decir que es una provincia en desarrollo, sin embargo es contraproducente para el ambiente, debido a la generación de GEI, el cual acelera el cambio climático, alterando así los ciclos ecológicos (Naranjo 2021).

La provincia de Chimborazo tiene una superficie de 6 578,10 km<sup>2</sup>, el cual se divide en 10 cantones y 45 parroquias rurales (INEC, 2010), tiene una población de alrededor 524 004 habitantes; esta provincia se ubica al Norte: con la provincia de Tungurahua, al Sur: provincia de Cañar, al Este: provincia de Morona Santiago y la provincia de Cañar y al Oeste: provincia de Bolívar y la provincia de Guayas.

La distribución de la población económicamente activa el 16,47% se dedica a la agricultura, ganadería y pesca, explotación de minas y canteras, el 11,16% pertenece a las actividades manufactureras, el 1,80 % corresponde al suministro de electricidad y agua, el 17,31% pertenece a la construcción, el 8,12 % comercio, el 2,29% alojamiento y comidas, el 10,74% es de transporte, información y comunicación, el 2,96% pertenece a las actividades financieras, el 7,28% actividades inmobiliarias, el 5,84% administración pública, el 8,68% pertenece a la enseñanza, el 6,44% sector público, y finalmente el 0,90% realiza otras actividades. (Gobierno Provincial de Chimborazo 2021).

De esta manera se considera que la gran parte de la población mantiene actividades agropecuarias, situadas en zonas lejanas a la ciudad, esta provincia genera una cierta contaminación ambiental, que proviene en su mayoría del sector primario, ya que aquí se engloba una mayor actividad económica; por lo que es necesario, realizar un estudio sobre la generación de GEI, que se produce por las actividades antropogénicas, identificando de esta manera, cual es la huella de carbono que generan las actividades primarias, como la agricultura, y la ganadería; dando así alternativas para su reducción, la conservación del ecosistema y su equilibrio.

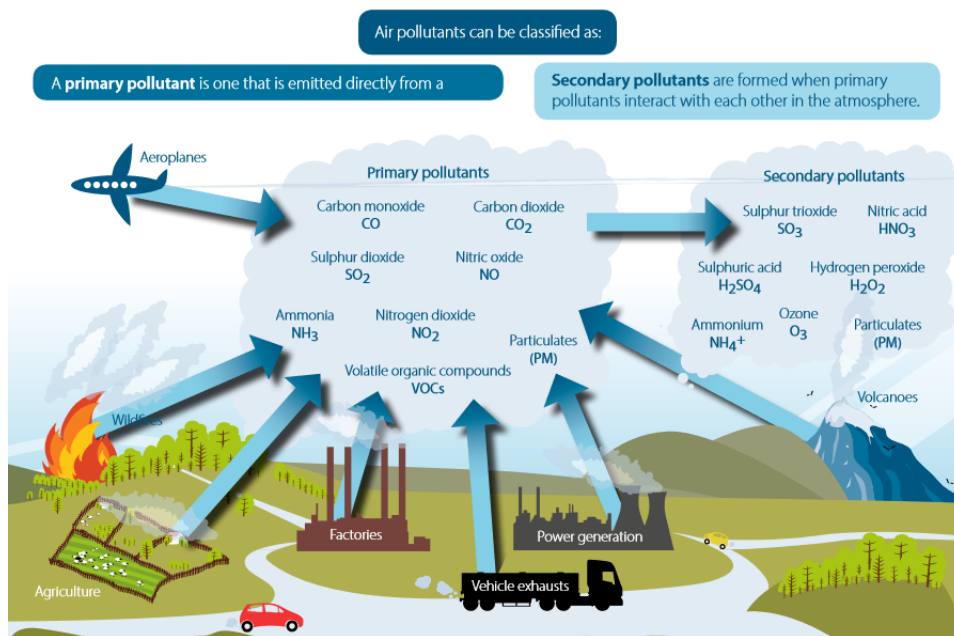


## 1.3 Referencias teóricas

### 1.3.1 Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica es la modificación del aire interior o exterior por la presencia de gases, partículas de polvo, vapores u olores que alteran sus características naturales, teniendo un efecto nocivo para la salud humana, animales y plantas (WHO 2019).

La modificación de las condiciones del aire producidas por actividades antrópicas crea contaminación atmosférica como smog y lluvia ácida, los cuales reducen la capa de ozono en la atmosfera y por ende contribuyen al calentamiento global (Pratap y Grag 2015). En la Ilustración 1-1 se puede visualizar los diferentes tipos de contaminantes atmosféricos emitidos a la atmosfera por los diferentes tipos de fuentes.



**Ilustración 1-1:** Clasificación de los contaminantes atmosféricos

Fuente: (SEPA 2020)

#### 1.3.1.1 Comportamiento de las partículas y gases

En la atmosfera existe diferentes tipos de gases y partículas, las cuales tienen un comportamiento establecido dependiendo de las condiciones climáticas:

- Desplazamiento con difusión progresiva lateral y vertical la cual se da por el sentido en el que se encuentre la dirección del viento.
- La unión de los contaminantes primarios con otros compuestos da origen a una transformación física y química dando como resultados contaminantes más tóxicos por la acción de la luz.

- La calidad de la atmosfera se ve reducida por diversos procesos naturales y actividades antrópicas (Barreiro 2014).

### 1.3.1.2 Contaminantes primarios

Los contaminantes primarios son los gases emitidos directamente por procesos producidos por las fábricas, consumo de combustible, erupciones volcánicas, actividades diarias, etc (Das 2021). En la Tabla 1-1 se puede observar algunos de los contaminantes primarios.

**Tabla 1-1:** Ejemplos de Contaminantes primarios

Nombre	Nomenclatura	Descripción
Monóxido de Carbono	CO	Se forma como un subproducto de la combustión incompleta de la quema de carbón, madera y gasolina se produce cuando no hay suficiente oxígeno disponible para crear dióxido de carbono, por lo cual se forma monóxido de carbono.
Dióxido de Nitrógeno	NO <sub>2</sub>	Se forma por la quema de combustibles fósiles a altas temperaturas o naturalmente por la caída de un rayo.
Dióxido de Azufre	SO <sub>2</sub>	Se forma por la quema de combustibles que contengan azufre, carbón y minerales (aluminio, cobre, zinc, plomo, hierro).
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	Las deposiciones de los seres vivos son la principal fuente de emisión, pueden desplazarse a grandes distancias de la fuente inicial.
Partículas	PM	Los sitios de construcción, escapes de vehículos, caminos si pavimentar, etc, son algunas de las fuentes de origen de partículas microscópicas.

**Fuente:** (SEPA 2020)

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 1.3.1.3 Contaminantes secundarios

Los contaminantes secundarios son la combinación de los contaminantes primarios consigo mismo o con otros componentes de la atmosfera (Das 2021). En la Tabla 2-1 se puede observar algunos de los contaminantes secundarios.

**Tabla 2-1:** Ejemplos de Contaminantes secundarios

Nombre	Nomenclatura	Descripción
Trióxido de Azufre	SO <sub>3</sub>	En el proceso de combustión el oxígeno reacciona con el azufre para formar Óxidos de azufre, se produce por actividades como la combustión del carbón, petróleo, industria metalúrgica, etc.
Ácido Nítrico	HNO <sub>3</sub>	La “lluvia ácida” se forma en presencia de Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno y reaccionan con el agua, oxígeno y otras sustancias químicas de la atmosfera para formar compuestos ácidos.
Ozono	O <sub>3</sub>	Se forma por la reacción entre Óxidos de Nitrógeno y Compuestos Orgánicos Volátiles en presencia de la luz solar, puede dispersarse a grandes distancias por acción del viento.

Fuente: (SEPA 2020)

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 1.4 Tipo de emisiones contaminantes

En las áreas urbanas y rurales, la emisión de contaminantes es amplia, pueden ir desde chimeneas artesanales hasta vehículos pesados, por lo cual existen tres categorías en las que se puede fragmentar a los contaminantes que se emiten a la atmosfera los cuales se pueden visualizar en la Tabla 3-1.

**Tabla 3-1:** Tipo de emisiones contaminantes

Tipo de emisión	Descripción
Emisiones de fuentes fijas	Las emisiones de las fuentes fijas son fuentes que tienen un lugar determinado, como lo son las actividades producidas en las centrales eléctricas, refinerías de petróleo, instalaciones industriales y fábricas.
Emisiones de fuentes móviles	Las emisiones de fuentes móviles incluyen automóviles, autobuses, aviones, camiones y trenes, fuentes las cuales en su mayoría de tiempo siempre se encuentran en movimiento.

Emisiones de fuentes de área	Las emisiones de fuentes de área representan pequeñas fuentes diseminadas y cuantiosas que no se incluyen en el inventario de fuentes fijas, incluyen zonas agrícolas, ciudades y chimeneas, también representan.
Emisiones de fuentes naturales	Incluyen partículas arrastrados por el viento, incendios forestales y volcanes, es cualquier proceso natural que acontezca en la vegetación o el suelo.

Fuente: (Kalita 2016)

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 1.5 Cambio climático y los Gases de efecto invernadero

Según el Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC), describen cambio climático como cualquier cambio en el clima (Temperatura) a lo largo del tiempo, ya sea como resultado de actividades antropogénicas o por la variabilidad natural, el incremento de los Gases de Efecto Invernadero y uso de aerosoles, por lo que se reduce la salida de la radiación solar, provocando el calentamiento global (Ghali 2011). Desde finales del siglo XIX la Revolución Industrial ha generado problemas con el aumento en la presencia de Gases de Efecto Invernadero los cuales se muestran en la Tabla 4-1.

**Tabla 4-1:** Tipo de Gases de Efecto Invernadero

Nombre	Nomenclatura	Definición
<b>Dióxido de Carbono</b>	CO <sub>2</sub>	Es producido por la incineración de combustibles fósiles, desechos sólidos, árboles y otros materiales biológicos, así como también por reacciones químicas, este gas mantiene la temperatura interna de la Tierra, hoy en día es responsable de aproximadamente el 76% del calentamiento global proyectado en los próximos años.
<b>Metano</b>	CH <sub>4</sub>	Es el segundo GEI antropogénico más abundante el cual representa alrededor del 20% de las emisiones globales. Es 25 veces más potente que el CO <sub>2</sub> para atrapar calor en la atmósfera.
<b>Óxido Nitroso</b>	N <sub>2</sub> O	Emitido durante la agricultura, actividades industriales, quema de combustibles fósiles y residuos sólidos, así como durante el tratamiento de aguas residuales.

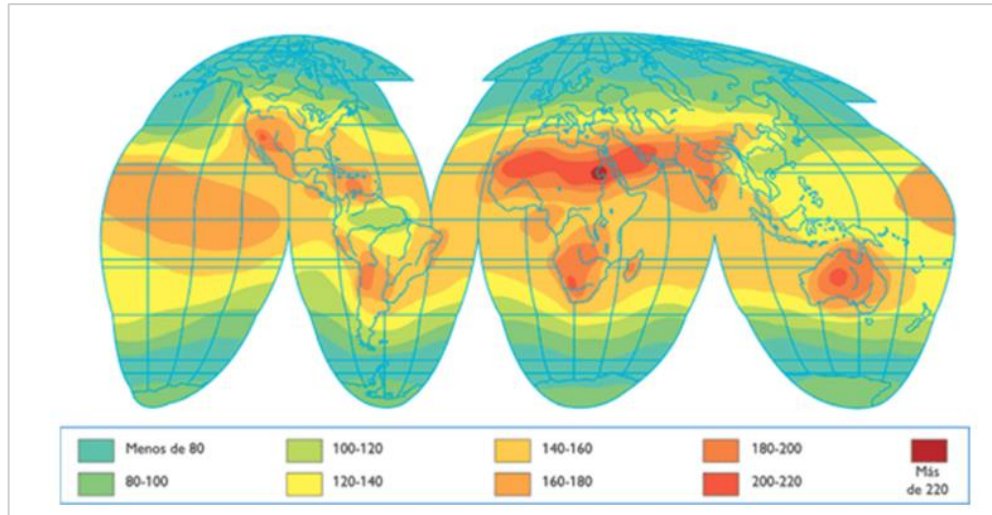
<b>Vapor de Agua</b>	H <sub>2</sub> O	Juega un papel importante en las reacciones climáticas debido a su capacidad de atrapar calor, a medida que aumenta los GEI también aumenta la cantidad de vapor de agua en la atmósfera.
<b>Ozono</b>	O <sub>3</sub>	El ozono se encuentra naturalmente en las elevaciones más altas de la atmósfera (la estratosfera), donde forma una capa que bloquea la luz ultravioleta (UV), que es dañina para la vida. Sin embargo, en elevaciones más bajas de la atmósfera (la troposfera), el ozono es dañino para la salud humana.
<b>Hidrofluorocarbonos</b>	HFC	Se encuentran típicamente en aplicaciones tales como refrigeración, aire acondicionado, aerosoles y espumas.
<b>Perfluorocarbonos</b>	PFCs	No existen naturalmente en la atmósfera, sino que se producen sintéticamente, las emisiones se informan de operaciones más grandes dentro del sector de producción y procesamiento de metales.
<b>Hexafluoruro de azufre</b>	SF <sub>6</sub>	Es un gas sintético e inodoro que se usa en la industria eléctrica para mantener las redes funcionando de manera segura y confiable, se ha utilizado en una variedad de aplicaciones, desde la fundición de metales hasta el relleno de paneles de doble acristalamiento, pero la industria eléctrica es uno de los pocos lugares donde todavía se usa en la actualidad.

Fuente:(EPA 2022)

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 1.5.1. Radiación Solar

El sol produce una gran cantidad de energía o radiación solar, la radiación solar en la parte superior de la atmósfera, a una altitud aproximada de 70 km, se denomina radiación extraterrestre la cual a medida que avanza hacia el suelo, se agota al pasar a través de la atmósfera; en promedio, menos de la mitad de la radiación extraterrestre alcanza el nivel del suelo, incluso cuando el cielo está muy despejado y sin nubes, aproximadamente del 20 % al 30 % de la radiación extraterrestre se pierde durante el trayecto de descenso (Wald 2007).



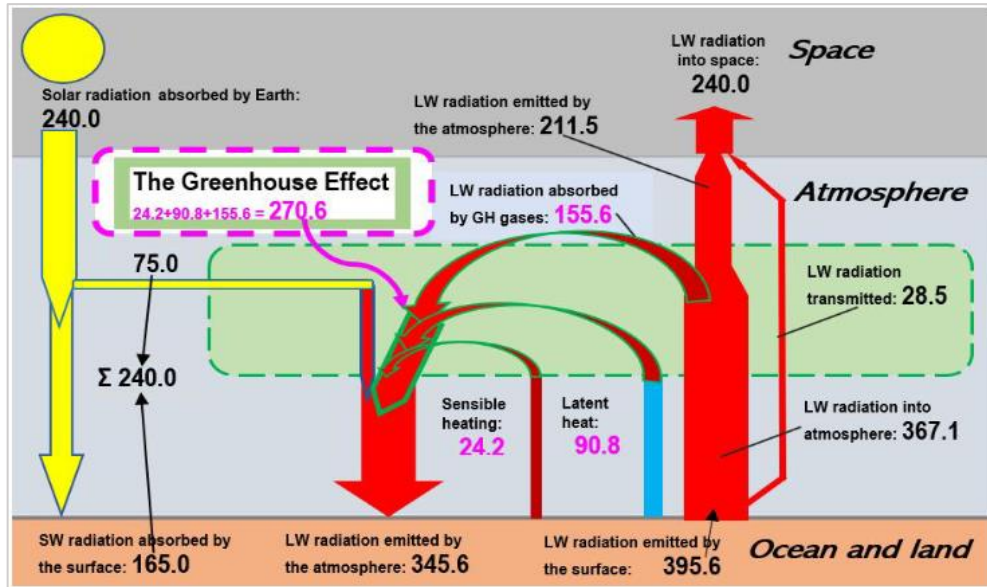
**Ilustración 2-1:** Distribución de la radiación solar que llega a la Tierra expresada  
**Fuente:**(Sarmiento 2007)

En la Ilustración 2-1, se muestra la Distribución de la radiación solar que llega a la Tierra, el cual muestra valores superiores de radiación en algunos desiertos los cuales han llegado a reportar 220 kcal/(cm<sup>2</sup>/año); mientras que en los polos se han reportado valores inferiores a 80 kcal/(cm<sup>2</sup>/año) (Sarmiento 2007).

Las nubes ópticamente delgadas permiten que una pequeña proporción de radiación alcance la superficie del suelo; mientras que las nubes ópticamente gruesas crean oscuridad al detener la radiación hacia abajo; en los cielos despejados, los aerosoles y el vapor de agua son los principales contribuyentes al agotamiento; la distribución espectral de la radiación extraterrestre, tal que aproximadamente la mitad se encuentra visible para la parte del espectro electromagnético, produce luz diurna y es bien percibida por el ser humano (sistema de visión); otras partes están en los rangos del infrarrojo cercano y ultravioleta este espectro de distribución se modifica a medida que la radiación atraviesa la atmósfera; los cambios se deben principalmente a gases y aerosoles (Wald 2007).

### ***1.5.2. Efecto Invernadero***

El efecto invernadero (GH) es el concepto básico del IPCC en el calentamiento global. La definición del efecto GH, “La radiación de onda larga (radiación infrarroja) emitida desde la superficie de la Tierra es absorbida en gran medida por ciertos componentes atmosféricos (gases de efecto invernadero y nubes) que emiten Radiación de Onda Larga en todas las direcciones. El componente dirigido hacia abajo de esta Radiación de Onda Larga agrega calor a las capas inferiores de la atmósfera y a la superficie de la Tierra” (Ollila 2019).



**Ilustración 3-1:** Flujos de energía que contribuyen al efecto invernadero en condiciones de todo el cielo  $\text{Wm}^{-2}$

Fuente: (Ollila 2019)

En la Ilustración 3-1 se muestra que la Tierra recibe una energía neta de  $240 \text{ Wm}^{-2}$  (irradiancia espectral) basada en la insolación entrante y el flujo de Onda corta reflejado en la atmósfera superior. La superficie de la Tierra absorbe  $165 \text{ Wm}^{-2}$  y, por lo tanto, la atmósfera absorbe  $240 - 165 = 75 \text{ Wm}^{-2}$ . Las observaciones del satélite confirman que la Tierra emite una radiación de  $240 \text{ Wm}^{-2}$  Onda Larga al espacio. Debido a que estos  $240 \text{ Wm}^{-2}$  corresponden a una temperatura de la superficie negra de aproximadamente  $-18 \text{ }^\circ\text{C}$  y la temperatura promedio de la superficie es de  $+15 \text{ }^\circ\text{C}$ , existe un mecanismo de calentamiento/aislamiento que hace posible esta diferencia, que se denomina Efecto Invernadero (Ollila 2019).

## 1.6 Huella de Carbono

La "huella de carbono" se deriva de la huella ecológica, la cual fue propuesta por Wackernagel y Rees en 1996 (Sandoval y Gutiérrez 2021), de acuerdo con (MITECO 2018) la huella de carbono es la totalidad de gases de efecto invernadero que son emitidos a la atmósfera de manera directa o indirecta por acción de un individuo, organización, evento o producto.

Para el cálculo de la huella de carbono, se considera la siguiente fórmula:

$$\text{Huella de carbono} = \text{Dato Actividad} \times \text{Factor de Emisión}$$

Donde:

**Dato de actividad:** es el parámetro que define el grado o nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI.

**Factor de Emisión (FE):** supone la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro “dato de actividad”; estos factores varían ya que depende de la función de actividad que se trate (Ministerio para la Transición Ecológica 2022).

Los cálculos de la huella de carbono tienen una gran demanda y múltiples enfoques, los cuales se han propuesto para estimaciones, que van desde calculadoras en línea básicas hasta sofisticados análisis de ciclo de vida, métodos y herramientas basados en input-output (Wiedmann y Minx 2008). La huella de carbono representa una cierta cantidad de emisiones gaseosas que son relevantes para el cambio climático cuya concentración ha ido en aumento desde la Revolución Industrial y se encuentra estrechamente asociado con las actividades antropogénicas (Blanco 2020).

**Tabla 5-1:** Definiciones de "Huella de Carbono"

<b>Fuente</b>	<b>Definición</b>
<b>BP (2007)</b>	“La huella de carbono es la cantidad de dióxido de carbono emitido debido a sus actividades diarias, desde lavar una carga de ropa hasta llevar un automóvil lleno de niños a la escuela.”
<b>British Sky Broadcasting (Sky) (Patel 2006)</b>	La huella de carbono se calcula “midiendo las emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente de sus instalaciones, vehículos propios, viajes de negocios y residuos a vertedero.”
<b>Carbon Trust (2007)</b>	“Una metodología para estimar la emisión total de gases de efecto invernadero (GEI) en equivalentes de carbono de un producto a lo largo de su ciclo de vida, desde la producción de la materia prima utilizada en su fabricación, hasta la eliminación del producto terminado (excluyendo los productos en uso) emisiones.” “Una técnica para identificar y medir las emisiones individuales de gases de efecto invernadero de cada actividad dentro de un paso del proceso de la cadena de suministro y el marco para atribuir las a cada producto de salida.”
<b>Energetics (2007)</b>	“El alcance total de las emisiones de CO <sub>2</sub> directas e indirectas causadas por sus diferentes actividades.”
<b>ETAP (2007)</b>	“La 'Huella de carbono es una medida de impacto que tienen las actividades humanas en el medio ambiente en términos de la cantidad de gases de efecto invernadero producidos, medidos en toneladas de dióxido de carbono.”
<b>Global Footprint Network (2007)</b>	“La demanda de biocapacidad requerida para secuestrar (a través de la fotosíntesis) las emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) de la combustión de combustibles fósiles.”



**Grub & Ellis (2007)** “Una huella de carbono es una medida de la cantidad de dióxido de carbono emitido a través de la combustión de combustibles fósiles. En el caso de una organización empresarial, es la cantidad de CO<sub>2</sub> que emite directa o indirectamente como consecuencia de sus operaciones diarias. También podría reflejar la energía fósil representada en un producto o mercancía que llega al mercado.”

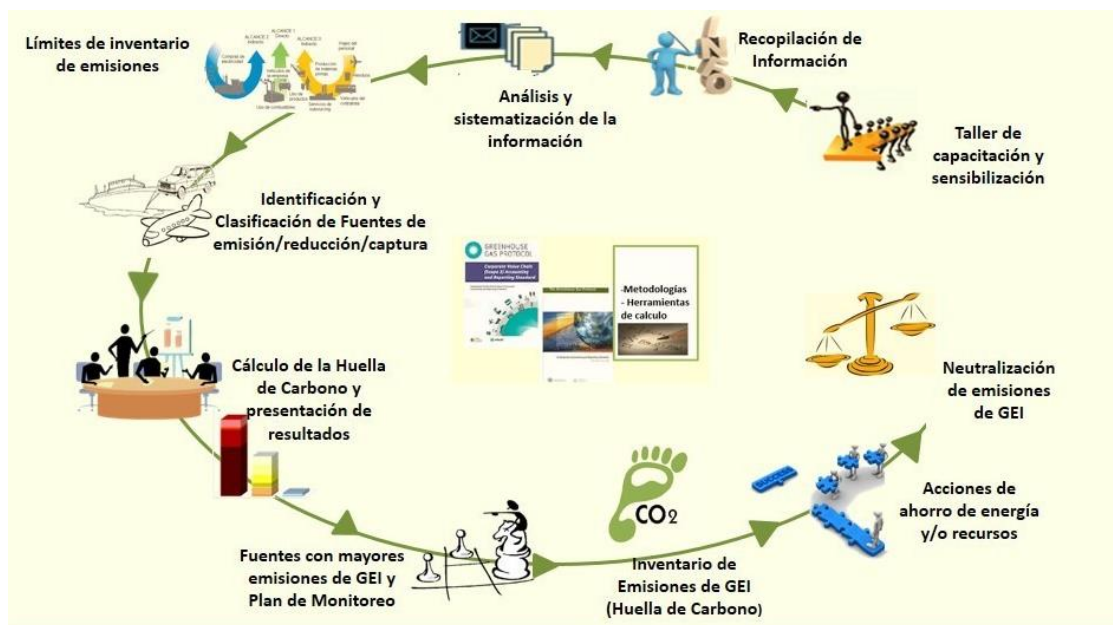
**Parliamentary Office of Science and Technology (POST 2006)** "La huella de carbono es la cantidad total de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero emitidos durante el ciclo de vida completo de un proceso o producto. Se expresa en gramos de CO<sub>2</sub> equivalente por kilovatio hora de generación (gCO<sub>2</sub>eq/kWh), lo que explica los diferentes efectos de calentamiento global de otros gases de efecto invernadero.

Fuente: (Wiedmann y Minx 2008)

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

Se muestran diferentes definiciones en la Tabla 5-1, sobre la “Huella de Carbono” que son dadas por las consultoras, las empresas, las ONG y el gobierno, haciendo énfasis en procesos unitarios, entrada y salida relacionadas directamente con el producto.

En la Ilustración 4-1 se muestra brevemente el Ciclo de medición de la Huella de Carbono según la Universidad San Martín de Porres a través de su programa de “Responsabilidad Social”.



**Ilustración 4-1:** Ciclo de medición de la Huella de Carbono

Fuente: (USMP 20119)

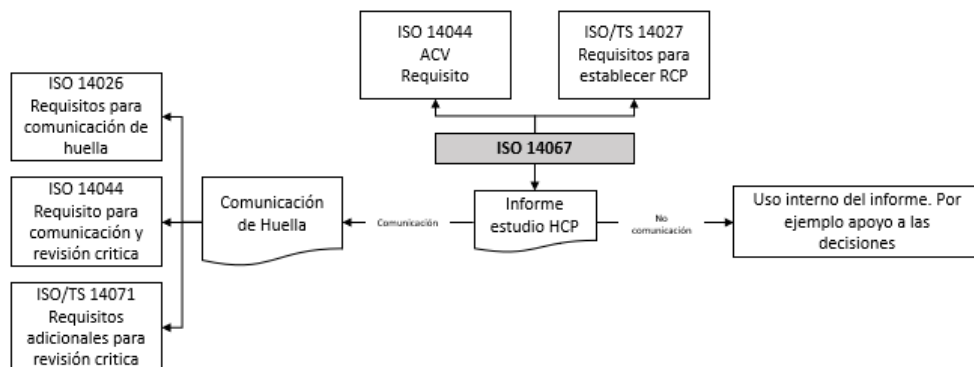
### 1.6.1. Metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono

#### 1.6.1.1. ISO 14067

Es aplicable a varios productos, ingeniería, construcción o varios servicios; las empresas pueden evaluar la reducción y el reemplazo de las materias primas del producto, la optimización del proceso y la adquisición mediante el establecimiento de un sistema de gestión de la huella de carbono y el cálculo de la huella de carbono del producto, a fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Sus objetivos son:

- Mejorar el proceso de toma de decisiones de los costos operativos y de capital de la organización.
- Proporcionar un marco para promover mejoras en la eficiencia energética a lo largo de la cadena de suministro.
- Divulgar información sobre emisiones de carbono de la cadena de suministro del producto para satisfacer la demanda internacional.
- Divulgar el informe de sostenibilidad ESG (Environmental, Social y Governance) y cumplir con la responsabilidad social corporativa.
- Cumplir con las regulaciones y requisitos energéticos y responder a las políticas gubernamentales de protección ambiental.
- Demostrar el rendimiento de las emisiones de carbono y crear una ventaja competitiva diferenciada. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, dando así forma a la diferenciación de productos, la ventaja competitiva baja en carbono y el nuevo valor de las empresas verdes (Afnor Groupe 2022).

En la Ilustración 5-1 se muestra los requisitos para llevar a cabo la norma ISO 14067.



**Ilustración 5-1:** Diagrama de la norma ISO 14067

Fuente: (ISO 2018)

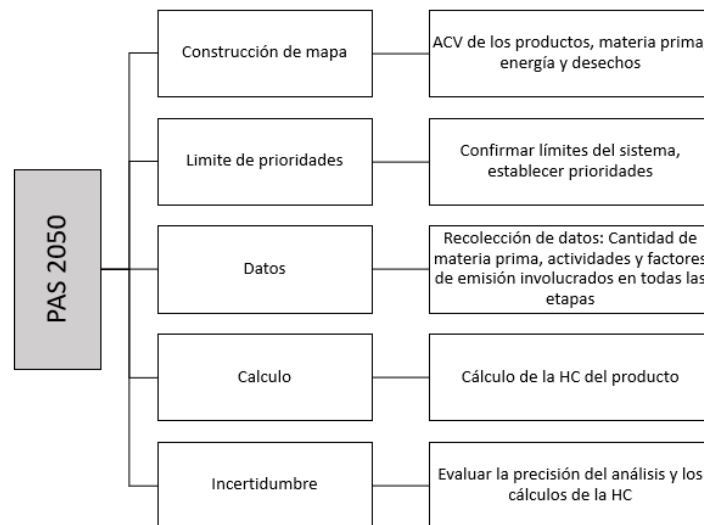
### 1.6.1.2. PAS 2050

Proporciona un método estándar para evaluar la huella de carbono de un producto, esta guía ayuda a las empresas a implementar el estándar al ofrecer orientación específica y práctica. Esta guía tiene como objetivo:

- Permitir que empresas e industrias evalúen la huella de carbono del ciclo de vida de sus productos e identifiquen oportunidades de reducción de emisiones.
- Compartir mejores prácticas, herramientas y marcos para calcular las emisiones de GEI a nivel de producto y priorizar las oportunidades para reducir las emisiones (IPCC 2007).

PAS 2050 se puede aplicar a diferentes niveles de rigor; a un alto nivel, PAS 2050 se utiliza para una evaluación interna, como la identificación de "puntos críticos" de emisiones, dónde se enfoca la acción para reducir las emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida de un producto. Las comparaciones entre huellas de carbono de productos a lo largo del tiempo, solo se pueden lograr mediante el uso de fuentes de datos consistentes, condiciones límite y otras suposiciones entre productos u obteniendo resultados de la huella verificados de forma independiente (Carbon Trust et al. 2008).

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.6-1** se muestra los requisitos que d etermina la norma PAS 2050.



**Ilustración 6-1:** Diagrama de la norma PAS 2050

Fuente:(Fonseca, Páez y Corredor 2018)

### 1.6.1.3. PAS 2060

PAS 2060 es una especificación de neutralidad de carbono, reconocida mundialmente para la neutralidad climática corporativa. El estándar se basa en metodologías establecidas para el cálculo de la Huella de Carbono (GHG-Protocol, ISO 14064, etc) y certificados de compensación de alta calidad de proyectos de cambio climático, esta norma establece pautas para medir, reducir y compensar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para negocios, productos y

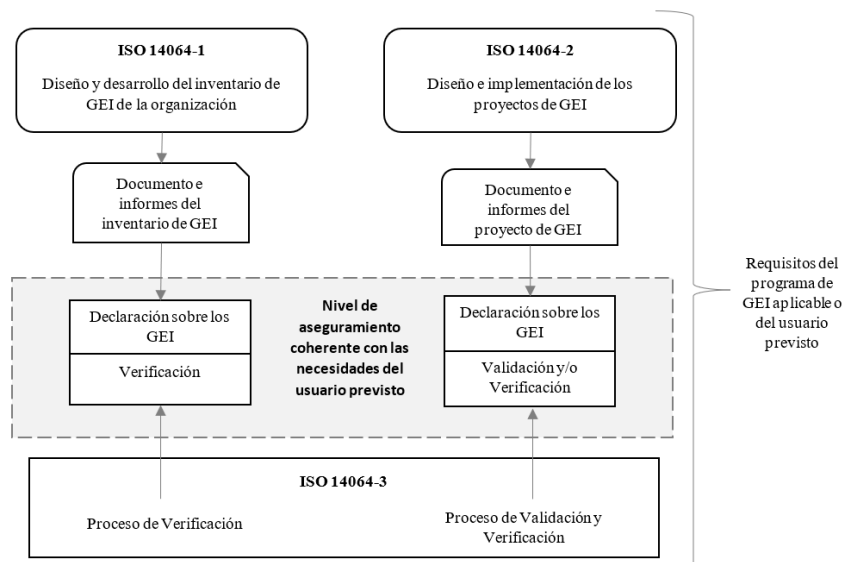
eventos. Especialmente para la neutralidad climática del producto existe el estándar PAS 2050, que contiene pautas sobre cómo calcular la Huella de Carbono de un producto (TUV SUD 2022). Para operar climáticamente neutral, una empresa debe reducir todos sus GEI a cero y al mismo tiempo eliminar los impactos climáticos dañinos que la empresa pueda causar (TUV SUD 2022).

#### 1.6.1.4. ISO 14064

La ISO 14064-1 es la directriz base para la elaboración de un inventario de GEI corporativo, es decir, para el cálculo de la huella de carbono empresarial. Las emisiones de GEI corporativas se pueden dividir en tres alcances:

- Alcance 1: Emisiones directas: emisiones directas, provocadas por fuentes que pertenecen o están controladas por su empresa.
- Alcance 2: Emisiones indirectas: emisiones de electricidad, vapor y calefacción/refrigeración comprados para sus operaciones.
- Alcance 3: Emisiones indirectas: emisiones de fuentes que no pertenecen ni están controladas por su empresa, como las emisiones de sus proveedores, los viajes de negocios y las emisiones al final de la vida útil de los productos vendidos.

Este estándar se enfoca en verificar las emisiones anuales de GEI, su verificación se realiza de acuerdo con la norma ISO 14064-3 (Ozer 2022). En la Ilustración 7-1 se muestra los requisitos para llevar a cabo la norma PAS 2050.



**Ilustración 7-1:** Diagrama de la norma ISO 14064  
Fuente: (ISO 2019)

#### 1.6.1.5. GHG Protocol

El GHG Protocol se emite en 1998 para satisfacer la necesidad de un estándar internacional para Contabilidad e informes corporativos de GEI. El protocolo GHG consiste en dos estándares diferentes pero conectados:

- GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (Corporate Standard), el cual proporciona una guía paso a paso para que las empresas la utilicen en cuantificar y reportar sus emisiones de GEI.
- GHG Protocol Project Quantification Standard (Project Standard), sirve como guía para cuantificar las reducciones de los programas y proyectos de mitigación de GEI (Kim 2020).

El protocolo de GEI clasifica las emisiones en tres alcances: Alcance 1, 2 y 3.

- Alcance 1: incluye las emisiones directas de GEI, es decir, las emisiones causadas por las actividades de la organización.
- Alcance 2: consisten en las emisiones de la energía comprada.
- Alcance 3: consisten en otras emisiones indirectas.

La Tabla 6-1 muestra la clasificación detallada de las diferentes fuentes de emisión en alcances. El estándar exige la inclusión de las emisiones de alcance 1 y 2 en los informes de emisiones, pero las emisiones de alcance 3 son opcionales (Ranganathan et al. 2004).

**Tabla 1-1:** Clasificación del alcance de GHG Protocol

<b>Gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC)</b>		
<b>Alcance 1</b>	<b>Alcance 2</b>	<b>Alcance 3</b>
Emisiones directas	Emisiones Indirectas	Emisiones indirectas
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Generación de electricidad, calefacción y refrigeración</li> <li>– Procesos físico o químico</li> <li>– Transporte de materiales, residuos de productos y empleados</li> <li>– Emisiones fugitivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Electricidad, calefacción y refrigeración para uso propio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Extracción y producción de materiales derivados de combustibles</li> <li>– Actividades relacionadas con el transporte y electricidad no incluidas en el alcance 2</li> <li>– Uso de productos y servicios</li> <li>– Eliminación de residuos, activos arrendados, franquicias y actividades subcontratadas</li> </ul>

**Fuente:** (Kim 2020)

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

Los objetivos de la norma son proporcionar a las organizaciones la información sobre cómo hacer un inventario de GEI que sea preciso y honesto. El estándar proporciona una forma sencilla y rentable de realizar un análisis de inventario de GEI, proporcionando información que puede

ayudar a las organizaciones a construir una estrategia para gestionar y reducir las emisiones de los GEIs, para las organizaciones que les permite participar en programas de GEI voluntarios y obligatorios; finalmente, el estándar permite a las organizaciones aumentar la consistencia y la transparencia cuando se trata de Contabilidad y reporte de GEI (Ranganathan et al. 2004).

## **1.7 Evaluación de impacto ambiental**

La evaluación de impacto ambiental (EIA), describe de manera integral los efectos causados por un proyecto y/o actividad en el entorno de manera significativa; el objetivo principal de la EIA es crear una técnica de estudio con la finalidad de identificar, predecir, comunicar e interpretar el impacto generado sobre el medio ambiente.

### **1.7.1 Metodologías para la Evaluación de Impacto Ambiental**

#### *1.7.1.1 Listas de chequeo*

Fue uno de los primeros métodos desarrollados, que consiste en aplicar una lista de factores ambientales que pueden ser afectados al implementarse un proyecto; los ítems que debe contener este tipo de listas esta: el suelo, agua, calidad del aire, flora, fauna, recursos naturales y recreación, ya que estos elementos serán afectados (Huamani 2019) .

Las listas de chequeo pueden ser:

1. Listados simples: contiene solo una lista de factores ambientales afectados, cerciorándose que ningún factor ambiental sea omitido dentro del análisis.
2. Listados descriptivos: emite una orientación para una evaluación de parámetros ambientales impactados, es decir que brinda una posible mitigación al impacto ocasionado.
3. Cuestionarios: son preguntas categóricas, donde se evidencia respuestas (si, no), esta va depender de la información de los impactos ocasionados.

#### *1.7.1.2 Matrices de Causa y efecto*

### **Matriz de Leopold**

Es un método cualitativo de causa y efecto, que sirve para valorar las diferentes alternativas de un proyecto; la matriz es un cuadro de doble entrada en las filas se encuentran los factores ambientales que pueden ser afectados y en las columnas las acciones propuestas que pueden causar posibles impactos. Cada celda se divide en diagonal, haciendo constar en la parte superior la magnitud del impacto (M) y en la parte inferior la intensidad o grado de incidencia del impacto (I).

Según sea la valoración para M: Magnitud del Impacto medido en una escala ascendente de 1 a 10, precedido del signo + o -, si el impacto es positivo o negativo respectivamente; para la valoración de I: Incidencia del Impacto medido en una escala ascendente de 1 a 10, la suma de los valores que arrojen las filas indicará las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental, mientras que la suma de los valores de las columnas, arrojará una valoración relativa del efecto que cada acción producirá al medio (Mouter 2021).

### **La matriz de Batelle Columbus**

La matriz de Batelle Columbus es un método cuantitativo que se usa para la evaluación de impactos ambientales, esta matriz se conforma por una lista de verificación con escala de ponderación de los diferentes factores ambientales, comprende una evaluación sistemática de impactos ambientales mediante el uso de indicadores homogéneos, está formada por 78 parámetros ambientales agrupados en 4 categorías ( ecología, contaminación ambiental, aspectos estéticos y aspectos de interés humano); en los estudios de impacto ambiental, los parámetros que responden a las exigencias planteadas, se transforman sus valores correspondientes en unidades sumables y comparables y se usan funciones de transformación, que se valoran en un a escala de 0 a 1 e indica el índice de calidad ambiental (Moreno et al. 2022).

### **1.8 Línea base**

La línea base describe el estado actual de una zona donde se va a realizar un estudio o proyecto, comprende características socioambientales del área, donde se toma en consideración tres aspectos:

1. Medio físico
2. Medio biológico
3. Medio social

Los tres aspectos antes mencionados deben describir las condiciones iniciales, antes de la implementación de un proyecto, es importante que se detallen las características de la población y el entorno donde se va realizar un estudio y/o intervención de la zona; esta fase es preliminar para determinar los avances de intervención, mediante monitoreos de la zona, definiendo de este modo el impacto provocado; por lo tanto, es transcendental detallar la información de manera clara todos los aspectos que expliquen la situación inicial del entorno a intervenir (Yañez y Whittembury 2020).

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Tipo de investigación

El presente trabajo investigativo por su enfoque es mixto; es de tipo cuantitativo, debido a que, en los resultados de los análisis experimentales como pH, humedad, Conductividad eléctrica, textura, densidad real y aparente, etc.; se obtuvo datos de tipo numérico; y cualitativo ya que las encuestas son preguntas con respuestas abierta para que los pobladores de las zonas de estudio tengan mayor libertad en sus contestaciones.

Por el nivel de profundización es descriptiva puesto que por una serie de parámetros se realizó un análisis de la situación socioambiental, donde se observó diferentes actividades realizadas por los pobladores y su impacto ambiental; es decir, se tomó en consideración la cantidad de Gases de Efecto Invernadero producidos por las actividades antropogénicas en las zonas de estudio por medio de encuestas que cumplen un parámetro establecido.

Por el tipo de inferencia se considera deductiva puesto que se partió desde premisas que necesitaron una comprobación para poder llegar a una conclusión, ya que las encuestas que se realizaron ayudaron a determinar la Huella de Carbono producida por las diferentes actividades antropogénicas en las zonas de estudio.

#### 2.2 Área de estudio

El estudio se lo realiza en tres zonas, dos zonas pertenecientes a la provincia de Tungurahua, que son: Microcuenca alta del Río Mocha y páramo de las Abras, también se realiza en una zona perteneciente a la provincia de Chimborazo, que es el páramo de Guargualla; donde se tomaron muestras de suelo, muestras de materia vegetal, datos sobre la temperatura del lugar de muestreo y finalmente la toma de encuestas.

#### 2.3 Población de estudio

La población de estudio dentro de la presente investigación se dirigió a dos zonas específicas, en la cual se empleó el método exponencial donde la población inicial del cantón Mocha es de 6.700 habitantes con una tasa de crecimiento anual de 0,69 %, mientras que para el sector de Cebadas posee un total de 8.218 habitantes con una tasa de crecimiento poblacional de 1,64 % de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).



## 2.4 Tamaño de la muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra se va a hacer uso de la siguiente ecuación para la cuantificación de la Huella de Carbono

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población (Población actual estimada 2022).

$\sigma$  = Desviación estándar de la población (Generalmente se asume un valor constante de 0,5 cuando no se dispone de su valor real).

Z = A un nivel de confianza del 95% equivale a 1,96.

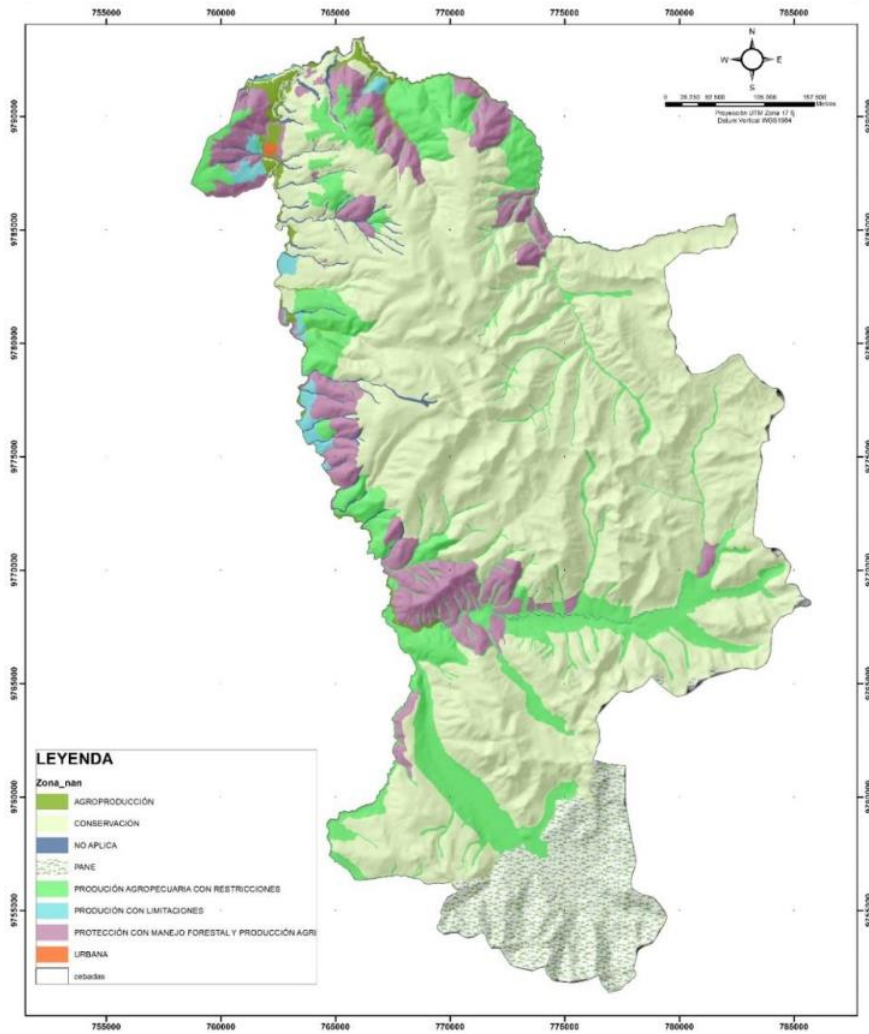
e = error muestral (5%).

Para la determinación del tamaño de la muestra se va a hacer uso de la siguiente ecuación para la cuantificación de la Huella de Carbono

Para los análisis de laboratorio correspondiente se tomó 8 muestras de suelo por cada zona, es decir que se obtuvo un total de 24 muestras con un peso aproximado de 2 Kg por muestra.

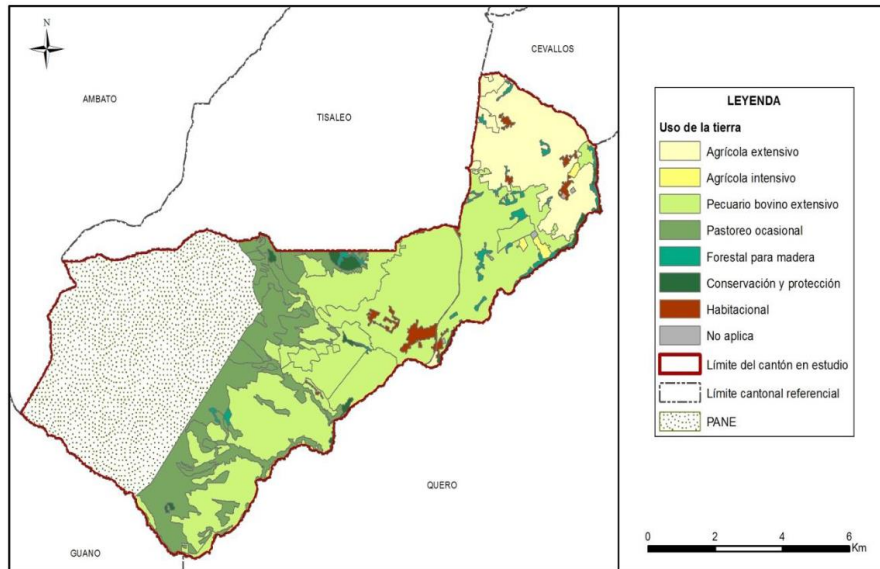
### 2.4.1 Zonas a Encuestar

Las encuestas realizadas para la obtención de información relevante se llevaron a cabo a los pobladores más cercanos, a las zonas de muestreo, esto se aplicó para las zonas de estudio: páramo de Las Abras, la Microcuenca alta del Río Mocha, y el páramo de Guargualla, para la última zona se tomó en consideración la misma metodología, considerando como punto de referencia de encuesta a la parroquia de Cebadas, como se muestra en la Ilustración 1-2 en la zona del páramo de Guargualla; mientras que para las zonas del páramo de Las Abras y la Microcuenca Alta del Río Mocha se realizarán las encuestas a los pobladores del cantón Mocha y sus comunidades aledañas a los puntos de muestreo como se muestra en la Ilustración 2-2.



**Ilustración 1-2:** Mapa de capacidad y Uso de la Tierra de la Parroquia Cebadas

**Fuente:** (GAD Cebadas 2020)



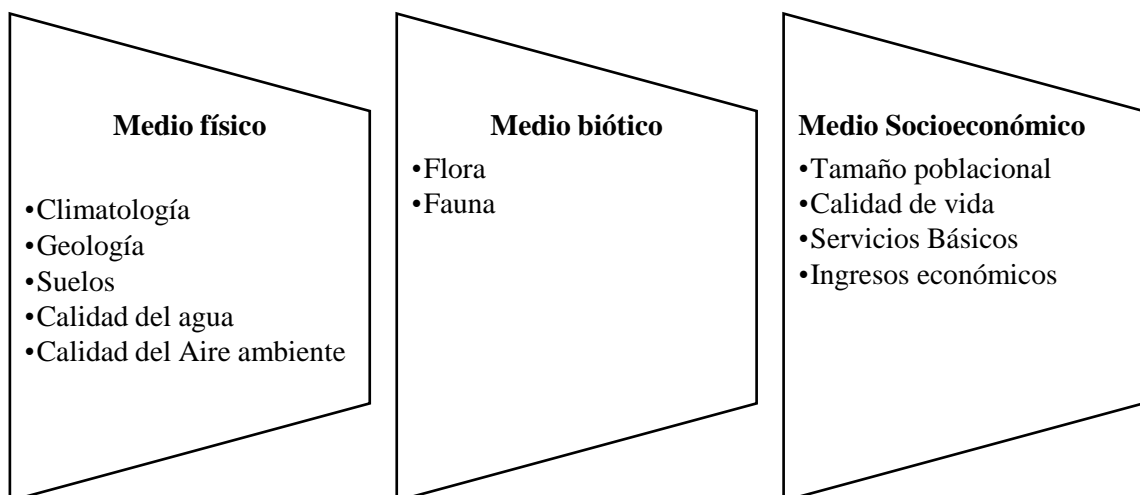
**Ilustración 2-2:** Uso de tierra del Cantón Mocha  
**Fuente:**(TRACASA-NIPSA 2014)

## 2.5 Levantamiento de la línea base

Para el levantamiento de la línea base se realizó una visita técnica a las tres zonas de estudio, donde se tomó en cuenta características socioambientales.

### 2.5.1 Metodología para el levantamiento de la línea base

Se realizó el levantamiento de la información verídica en el área de estudio, es decir en las tres zonas: Páramo de las Abras, Microcuenca alta del Rio Mocha y páramo de Guargualla, donde se incluyó tres componentes ambientales, que se detallan en la Ilustración 3-2:



**Ilustración 3-2:** Metodología para el Levantamiento de la línea base  
**Realizado por:** Cargua, N; Barahona, V, 2022

Como se muestra en el Ilustración 3-2, para la descripción de los componentes ambientales: Medio Biótico, Medio Abiótico, y la descripción socioeconómica, se realizó mediante una Evaluación Ecológica Rápida (EER) y técnicas de investigación, directas e indirectas ; como técnica de investigación indirecta, se hizo una revisión de fuentes bibliográficas, como los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de cada zona de estudio vigentes, Instituto de Estadística y Censos (INEC), legislación vigente, estaciones meteorológicas entre otras fuentes, y como técnica de investigación directa, se tomó en consideración, estudios ambientales similares, observaciones de campo, fotografías, y encuestas.

## **2.6 Selección de la Metodología para le Evaluación de Impacto Ambiental**

Para este estudio el método utilizado para la evaluación de impacto ambiental fue la Matriz de Leopold Modificada, en las tres zonas de estudios: Microcuenca alta del río Mocha, Páramo de las Abras y páramo de Guargualla.

### **2.6.1 *Matriz de Leopold Modificada***

La matriz de Leopold Modificada se consideró apta para la determinación del impacto ambiental provocado por las actividades que se realizan en las zonas de estudio antes mencionadas.

Una vez realizada la visita técnica de campo y de haber identificado los impactos se procedió a elaborar la matriz; en la primera fila, en la parte superior, se colocaron las acciones que generan efectos ambientales, mientras que, en el extremo izquierdo, se detallaron los factores ambientales que fueron afectados por cada acción, durante las actividades que se realizan en las zonas, como se muestra en la Tabla 1-2

**Tabla 1-2:** Matriz de Leopold

MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																		
ASPECTOS QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																		
INSTRUCCIONES	PÁRAMO DE LAS ABRAS																	
	A. Modificación del Régimen				B. Transformación del terreno y construcción		C. Explotación de Recursos		D. Procesamiento		E. Tratamientos químicos	F. Otros						
1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que ponen lugar en el proyecto propuesto	Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes	Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles
2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto																		
3. Una vez completada la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrado con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner 0 si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadrado calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido).																		





En la 1-2, se muestra los factores y acciones que se tomaron en cuenta para determinar el impacto ambiental causado por las actividades antropogénicas, que se realizan en estas zonas, para este apartado, también se tomó en consideración las encuestas realizadas a los moradores.

Para la calificación del impacto ambiental realizado se tomó en consideración las siguientes ponderaciones, que se visualizan en la Tabla 2-2 para impactos negativos y en la Tabla 3-2 para impactos positivos.

**Tabla 2-2:** Calificación de la Magnitud e Importancia del Impacto Ambiental negativo

<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>					
<b>MAGNITUD</b>			<b>IMPORTANCIA</b>		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

Se consideró esta ponderación para los impactos negativos aquellas actividades que causan efectos adversos a los factores ambientales, como la contaminación del agua, aire y suelo, además del uso inadecuado de ciertas sustancias de uso cotidiano para la agricultura.



**Tabla 3-2:** Calificación de la Magnitud e Importancia del Impacto Ambiental positivo

IMPACTOS POSITIVOS					
MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

En cuanto a la ponderación positiva, se consideró aquellas actividades que contribuyen a la mejora de los factores ambientales, como el proceso de reciclaje de residuos orgánicos, como abono para los cultivos.

## 2.7 Cálculo de la Huella de Carbono

### 2.7.1 Límites operativos

En primer lugar, se estableció los límites operativos de la organización, en la cual se clasifico en tres tipos de alcances las emisiones de Gases de Efecto Invernadero según la Norma ISO 14064-1, como se muestra en la Tabla 4-2, en la cual se diferenció las fuentes de emisión directa e indirecta. Una vez establecidos los tipos de emisiones, se elaboró las encuestas, con preguntas concretas que nos ayudó a determinar el tipo de actividad realizada, su uso frecuente y consumo.

**Tabla 4-2:** Clasificación de alcance de emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Tipo	Categoría	Descripción
Directas	Alcance 1	Emisiones de GEI derivados de fuentes que pertenecen o son controladas por la organización. (Consumo de combustibles, generación de desechos, compra de insumos para el hogar, etc)
Indirectas	Alcance 2	Emisiones de GEI que proceden de la producción de electricidad, calor de vapor con origen externo consumidos por la organización.

---

(Consumo de energía eléctrica, agua potable, servicios de internet, etc)

---

Alcance 3 Emisiones de GEI diferentes de la emisión indirecta de GEI por energía, que es consecuencia de las actividades de la organización, pero que se origina en fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por otras organizaciones.

---

**Fuente:** (ISO 2006)

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 2.7.2 Selección y establecimiento del año base

Para la investigación se consideró un año base, es decir que las encuestas abarcaron las actividades realizadas durante el 2022, para el cálculo de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y la cuantificación de la Huella de Carbono. Para la determinación del año base se estableció los siguientes requerimientos:

- Se comprobó la existencia de documentos sobre la emisión de Gases de Efecto Invernadero.
- Se explicó la elección del año base
- Se realizó un inventario de los Gases de Efecto Invernadero del año base seleccionado

### 2.7.3 Identificación de fuentes de Gases de Efecto Invernadero

Se identificaron las fuentes que se encuentran en los límites organizacionales, estas fueron relacionadas directamente con los alcances definidos en los límites operativos, como se muestra en la Tabla 5-2.

**Tabla 52-2:** Ejemplos de fuentes y sumideros de Gases de efecto invernadero

<b>Fuente de emisión de GEI</b>	<b>Fuente de información</b>
Consumo de aislante térmico	Cantidad de aislante usado en el mantenimiento de equipos eléctricos.
Consumo de combustibles fósiles	Registro de consumo o de compra de combustibles.
Consumo de energía eléctrica	Factura de la energía eléctrica adquirida.
Consumo de refrigerantes	Cantidad de refrigerante recargado durante el mantenimiento de equipos.
Fermentación entérica	Cantidad de cabezas de ganado por especie.

Manejo de estiércol	Cantidad de cabezas de ganado por especie.
Procesos fisicoquímicos	Producción de materiales en procesos de extracción o industriales.
Quema de residuos agrícolas	Cantidad de biomasa quemada
Quema de biomasa	Cantidad de área afectada
Residuos sólidos dispuestos en tierra	Cantidad de metano generado en la disposición de residuos orgánicos
Tratamiento de aguas residuales industriales y lodos	Cantidad de carga orgánica presente en las aguas residuales y lodos en términos de DBO o DQO
Tratamiento de aguas residuales domesticas	Cantidad de personas que vierten al sistema de tratamiento de aguas

**Fuente:** (CAR, CAEM y CCB 2013)

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.7.4 Factores de emisión

Los factores de emisión son valores que representan la cantidad de contaminantes o gases de efecto invernadero (GEI) liberados por unidad de actividad o por unidad de producto. Estos factores se basan en mediciones científicas, estudios de investigación y modelos que consideran diversas variables, como el tipo de combustible o actividad, las tecnologías utilizadas y las prácticas específicas (MAATE 2013).

Los factores de emisión se expresan generalmente en unidades de masa de contaminante o GEI liberado por unidad de actividad, como kilogramos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por kilovatio-hora (kg CO<sub>2</sub>/kWh) de electricidad generada o toneladas de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) por tonelada de combustible quemado (MINCOTUR 2014).

Es importante destacar que los factores de emisión pueden variar en función de múltiples factores, como las tecnologías utilizadas, los estándares de emisión aplicables, las condiciones locales y las características específicas de cada sector o actividad. Por lo tanto, es esencial utilizar datos actualizados y específicos de cada región o contexto para realizar evaluaciones precisas del impacto ambiental y tomar decisiones informadas en materia de mitigación y sostenibilidad (Moreno 2021).

**Tabla 6-2:** Factores de emisión

Parámetro	Descripción	Factor de emisión		Especificación	Referencia
		Valor	Unidad		
Combustible para vehículo	Gasolina	2,38	kg CO <sub>2</sub> /L		(SEMARNAT 2014)
	Diesel	2,61			
	Bioetanol	2,26			
	Biodiésel	1,83			

	Extra	2,31		
	Super	2,3		
	Ecopais	2,1		
	Lena	1,84		
	Madera	1,15	kg CO <sub>2</sub> /kg	(Carrasco 2015)
	GLP	2,75		
<b>Energía</b>	Carbón	0,94		
	Gas Natural	0,44	kg CO <sub>2</sub> /kWh	(CTFE 2019)
	Renovable	0		
	Eléctrica	0,153		
<b>Agua</b>	Potable	0,083	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	(Toro et al. 2014)
		1,77	g PM <sub>10</sub> /kg	
	Cebada	0,24	g CN/kg	
		0,54	g CO/ kg	
		3,3	g PM <sub>10</sub> /kg	
<b>Quema de residuos</b>	Maíz	0,19	g CN/kg	(SEMARNAT 2014)
		1,34	g CO/ kg	
		4,07	g PM <sub>10</sub> /kg	
	Trigo	0,35	g CN/kg	
		1,37	g CO/ kg	
	Agrícolas	0,07	kg CO <sub>2</sub> / cabeza	
	Bosque tropical	269,16		
<b>Quema de biomasa</b>	Bosque Boreal mezcla de latifoliada y coníferas	113,94	kg CO <sub>2</sub> / Ha	(Carrasco 2015)
	Coníferas	121,12		
	Bosque-Tundra	25,12		
<b>Quema de RSU</b>	Continuos y semicontinuos	50	g N <sub>2</sub> O/Ton	Peso húmedo
	Por lotes	60		Peso húmedo
	A cielo abierto	150		Peso seco
	Vacuno lechero	0,5		
	Vacuno no lechero	1		
<b>Fermentación entérica</b>	Ovejas	0,12	kg CH <sub>4</sub> /cabeza/año	
	Cabras	0,16		
	Caballo	1,34		
	Cerdos	0,7		
	Aves de corral	0,02		

	Cuyes	0,03			
	Vacuno lechero	1,425			
	Vacuno no lechero	1,225			
	Ovejas	125	kg CO <sub>2</sub> / cabeza	(Carrasco 2015)	
	Cabras	125			
	Caballo	450			
	Cerdos	25			
<b>Defecto del N<sub>2</sub>O procedente del manejo del estiércol</b>	Estanques anaerobios	0,001			
	Estado liquido	0,001			
	Praderas y pastizales	0,02	kg N <sub>2</sub> O/kg N	(Grupo Itegubernament al de Expertos sobre el Cambio Climatico 2001; MINAGRI 2014)	
	Recolección y deposito diario	0,005			
	Quema como combustible	0,014			
		10		Residuo seco	
		4	g CH <sub>4</sub> /kg	Residuo Húmedo	(World Resources Institute 2015)
	Compostaje	0,6		Residuo seco	
		0,3	g N <sub>2</sub> O/kg	Residuo Húmedo	
	<b>Plaguicidas</b>	35,1	kg CO <sub>2</sub> /kg		(Yandún 2018)
<b>Fertilizantes</b>	1,3	kg CH <sub>4</sub> /ha		(Scivittaro et al. 2020)	
	63,48	kg CO <sub>2</sub> /Ha		(González, Méndez y Izquierdo 2014)	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

En la Tabla 6-2 se presentan los Factores de emisión utilizados para calcular la Huella de Carbono en las áreas de estudio. Estos Factores de emisión fueron cuidadosamente seleccionados teniendo en cuenta diversos estudios científicos y fuentes de información confiables. Se han tenido en cuenta una amplia gama de factores, como el tipo de actividad, el sector de emisión y las características específicas de cada zona.

La obtención de Factores de emisión de estudios diferentes ayuda a considerar una amplia gama de escenarios y contextos específicos de cada área de estudio. Esto permite una evaluación más completa de la Huella de Carbono y una mejor comprensión de los impactos ambientales asociados. Al utilizar una variedad de estudios para obtener los Factores de emisión, se ha buscado garantizar la calidad y la fiabilidad de los datos utilizados en el cálculo de la Huella de Carbono.

### 2.7.5 *Formula*

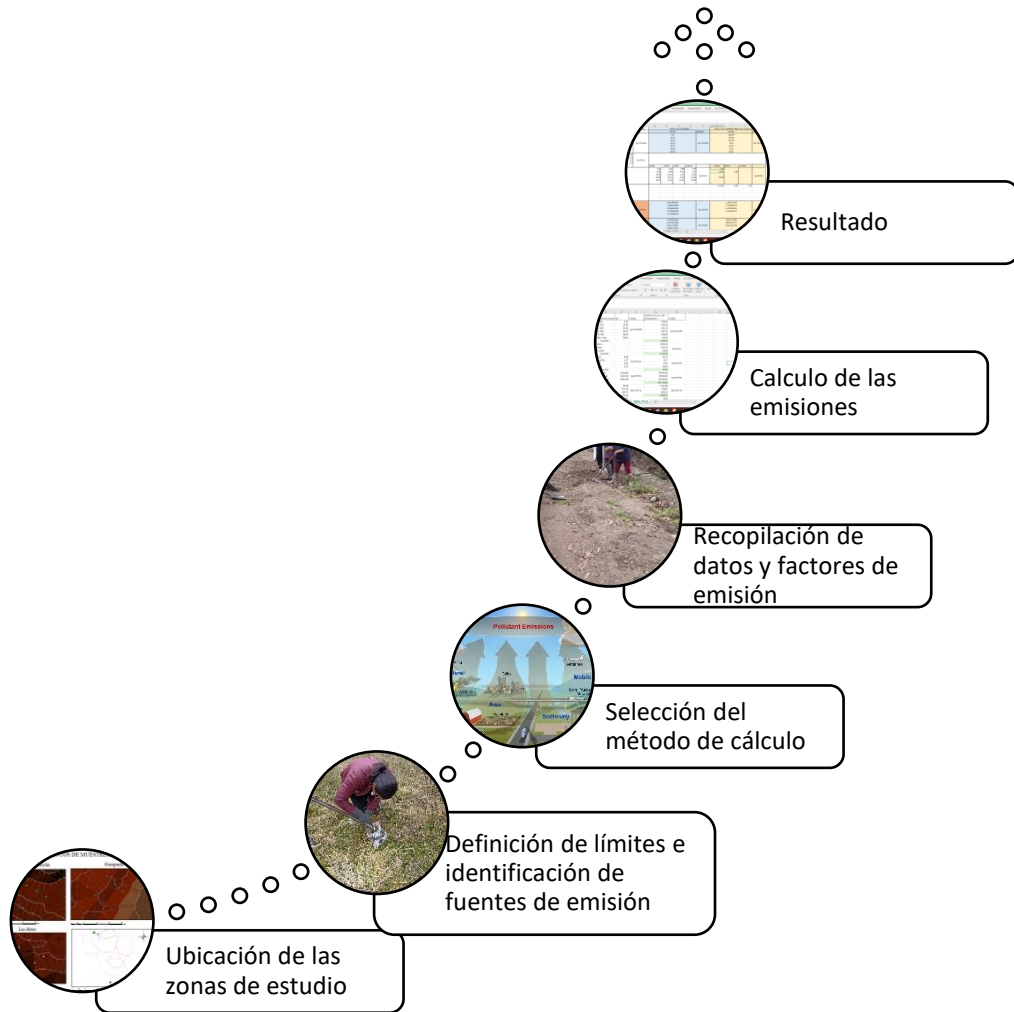
La fórmula utilizada para calcular la Huella de Carbono se basa en los lineamientos establecidos por la norma ISO 14064-1, que es un estándar internacional para la cuantificación y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La fórmula es la siguiente:

$$\textbf{Huella de carbono} = \textit{Dato Actividad} \times \textit{Factor de Emisión}$$

En esta fórmula, el "Dato de Actividad" representa la cantidad o la medida de la actividad o proceso que genera emisiones de GEI. Puede ser el consumo de energía, la producción de bienes o servicios, el transporte, entre otros. Este dato se obtiene a partir de mediciones, registros de consumo o información específica relacionada con la actividad en estudio (CTFE 2019).

El "Factor de Emisión" es un valor que representa la cantidad de emisiones de GEI generadas por unidad de actividad o producto. Este factor se basa en estudios científicos, bases de datos o referencias reconocidas que proporcionan información sobre las emisiones específicas asociadas con la actividad en cuestión (CTFE 2019).

Al multiplicar el Dato de Actividad por el Factor de Emisión, se obtiene la cantidad de emisiones de GEI asociadas con esa actividad específica. Esto permite cuantificar la Huella de Carbono, es decir, la contribución de esa actividad a las emisiones totales de gases de efecto invernadero (SEMARNAT 2014).



**Ilustración 4-2:** Pasos para identificar y calcular la Huella de Carbono.  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

La Ilustración 4-2, nos muestra los pasos que se siguió para el cálculo de la huella de carbono dentro de las organizaciones ( zonas ) de estudio, donde se consideró desde el inicio la identificación de las zonas, la definición de los límites de estudio, las fuentes de emisión, la selección del método de cálculo, que es la fórmula descrita en el apartado 3.7.5, la recopilación de datos, que se hizo mediante encuestas a los pobladores de las zonas intervenidas, el cálculo, en base a los datos obtenidos y los factores de emisión que se encuentran en tablas de la norma Ap 42, y finalmente el resultado, que son las Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera.

## 2.8 Puntos de muestreo de suelos y materia vegetal

El presente trabajo de investigación se llevó cabo en tres zonas, en el páramo de Las Abras, la Microcuenca alta del río Mocha y el páramo de Guargualla.

El páramo de Las Abras y la Microcuenca alta del Río Mocha están ubicados en el Cantón Mocha provincia de Tungurahua. El Cantón Mocha posee un clima Ecuatorial de Alta Montaña en la mayoría de su territorio, mientras que en la parte alta se aprecia más un clima nival; de acuerdo con su clima las temperaturas oscilan de 2 a 10 °C; mientras que las precipitaciones anuales varían de 500 a 1000 mm, la humedad imperante presente en el sector define el régimen hidrológico de la Microcuenca (MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS y TRACASA-NIPSA 2014).

El páramo de Guargualla se ubica en la parroquia de Cebadas provincia de Chimborazo. La parroquia Cebadas tiene un rango de temperatura que oscila entre los 4 a 10 °C; mientras que las precipitaciones anuales varían de 250 a 2500 mm (GAD Cebadas 2020).

Las coordenadas de la zona de estudio del páramo de Las Abras se encuentran descritas en la Tabla 7-2, mientras que en la 5-2 se observa los puntos de muestreo de dicho páramo.

**Tabla 7-2:** Coordenadas de los puntos de muestreo en el páramo de Las Abras

Coordenadas	X	Y	Altitud
A1	752885	9838936	
A2	753246	9838577	
A3	753088	9839089	
A4	753440	9838724	3800 – 4000
A5	753288	9839239	m
A6	753642	9838877	
A7	753511	9839401	
A8	753847	9839028	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022



**Ilustración 5-2:** Puntos de muestreo del páramo de Las Abras

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022



Las coordenadas de la zona de estudio de la Microcuenca alta del río Mocha se encuentra descrito en la Tabla 8-2, mientras que en la Ilustración 6-2 se observa los puntos de muestreo de dicha Microcuenca.

**Tabla 8-2:** Coordenadas de los puntos de muestreo en la Microcuenca alta del Río Mocha

Coordenadas	X	Y	Altitud
P1	748341	9840811	4000 – 4100 m
P2	748686	9841173	
P3	748558	9840687	
P4	748884	9841059	
P5	748793	9840553	
P6	749118	9840925	
P7	749020	9840426	
P8	749338	9840799	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022



**Ilustración 6-2:** Puntos de muestreo de la Microcuenca alta del Río Mocha

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

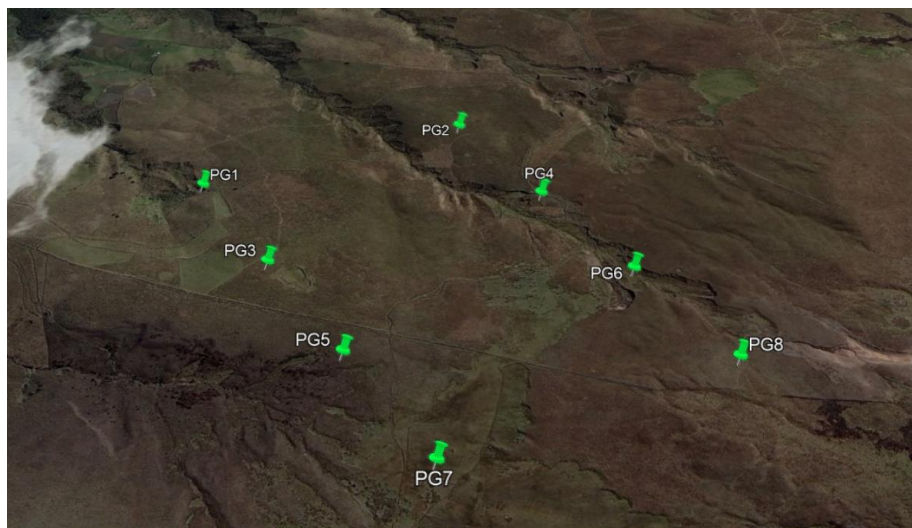
La zona de estudio del páramo de Guargualla se encuentra ubicada geográficamente desde las coordenadas descritas en la Tabla 9-2, mientras que en la Ilustración 7-2 se observa los puntos de muestreo de dicho páramo.

**Tabla 9-2:** Coordenadas de los puntos de muestreo en el páramo de Guargualla

Coordenadas	X	Y	Altitud
PG1	767097	9783986	3900 – 4000 m
PG2	767542	9784236	
PG3	767285	9783815	

<b>PG4</b>	767733	9784064
<b>PG5</b>	767470	9783646
<b>PG6</b>	767917	9783900
<b>PG7</b>	767659	9783478
<b>PG8</b>	768095	9783736

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022



**Ilustración 7-2:** Puntos de muestreo del páramo de Guargualla

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

## 2.9 Localización de los análisis de laboratorio

Al tomar las muestras de suelo y materia vegetal para sus diferentes análisis se lo realizaron en el laboratorio de Investigación de Impactos y Protección Ambiental (GAIBAQ), perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)); ubicada en la Panamericana Sur Km 1 ½, Riobamba.

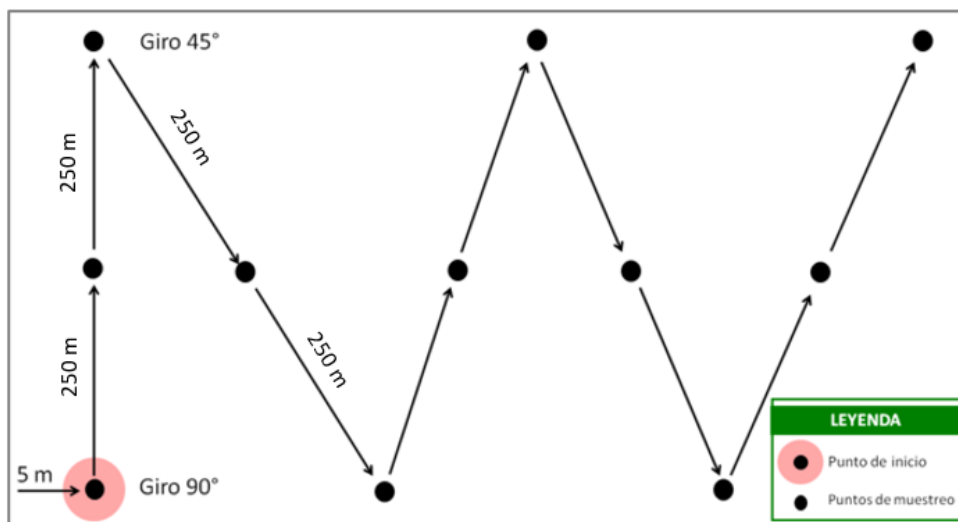
## 2.10 Técnica de recolección de datos

Para la recolección de datos se procedió de la siguiente manera:

- a. Toma de muestras de suelos y biomasa de las zonas de estudio.
- b. Medir la temperatura y Humedad ambiental en el proceso de recolección de las muestras de suelo y materia vegetal.
- c. Realizar encuestas a pobladores cercanos a las zonas de estudio.
- d. Análisis físicos, fisicoquímicos y químicos de las muestras tomadas.
- e. Tabulación y obtención de resultados.

### 2.10.1 Técnica de muestreo de suelo y materia vegetal

El muestreo se realizó según la metodología propuesta por el Grupo Asociado de Investigación en Biotecnología Ambiente y Química en la cual se especificó que los puntos de muestreo tengan forma de zig-zag (Ilustración 8-3) y una distancia de 500 metros por cada punto, considerando distancias uniformes, en puntos equidistantes y que abarquen toda el área de las zonas de estudio. Se tomo 10 submuestras a una profundidad aproximada de 40-50 cm para realizar una muestra compuesta de aproximadamente 1 a 2 kg; mientras que para las muestras de materia vegetal se tomaron en el mismo punto de muestreo de suelo, de la cual se tomó la parte aérea y la parte de la raíz (Ilustración 9-3); posteriormente en el laboratorio se situaron las muestras en bandejas de aluminio para ser secadas al aire libre, ser molidos y colocados en diferentes bolsas Ziploc debidamente etiquetados.



**Ilustración 8-2:** Técnica de muestreo empleada  
Fuente: (GAIBAQ 2022)



**Ilustración 9-2:** Toma de muestra de suelo y materia vegetal  
Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 2.10.2 *Medición de Temperatura y Humedad ambiental*

Para registrar los datos de temperatura y humedad en las zonas de estudio; se hizo uso de un termohigrómetro el cual es una herramienta que combina la función de un termómetro y un higrómetro; es decir, sirve para monitorear las variaciones de temperatura en unidades de grados Centígrados (°C) y la cantidad de vapor de agua presente en el aire en porcentaje (Pudji y Mak 2017).



**Ilustración 10-2:** Monitoreo de Temperatura y Humedad  
Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 2.10.3 *Preparación de muestras*

Las muestras obtenidas se llevaron al laboratorio de Grupo de Investigación en Biotecnología Ambiente y Química (GAIBAQ), se colocaron en bandejas de aluminio previamente etiquetadas, la materia vegetal se separó de la parte aérea y la raíz; las muestras reposaron por al menos 2 semanas para secarse a temperatura ambiente y se elimine el mayor porcentaje de humedad, una vez secas las muestras, las raíces de la materia vegetal fueron lavadas para eliminar la tierra presente; finalmente las muestras secas de suelo pasaron a través de un tamizador en el cual se separó los residuos que puedan afectar en el análisis de suelos, la materia vegetal paso a través de un molino manual y posteriormente con ayuda de una licuadora se trituro las muestras para reducir su tamaño.





**Ilustración 11-2:** Preparación de las muestras  
 Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4 Análisis físico, químicos y físico-químicos

Los análisis de laboratorio fueron realizados según las indicaciones de las técnicas establecidas por el Grupo Asociado de Investigación en Biotecnología Ambiental y Química

##### 2.10.4.1 Determinación de humedad

Con ayuda de una balanza analítica se pesaron capsulas que reposaban en el desecador ( $m$ ), continuamente se taro y se pesó 10 gramos de suelo fresco en las cápsulas previamente rotuladas ( $m_2$ ), con ayuda de pinzas para crisoles se colocó en la estufa durante 24 horas a 105 °C, cumplido el tiempo establecido se retiró los crisoles con las muestras secas de la estufa con las pinzas para crisoles y se colocó en el desecador hasta que se encuentren a temperatura ambiente, finalmente se pesó las capsulas a temperatura ambiente . para su cálculo se usó la siguiente fórmula:

$$\% SS = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

$$\% Humedad = 100 - \%SS$$

Donde:

SS= Sustancia seca (%)

$m$ = Peso de la capsula (g)

$m_1$ = Peso de la capsula con la muestra (g)

$m_2$ = Peso de la capsula con la muestra seca (g)

#### 2.10.4.2 Determinación de pH y conductividad eléctrica

Para la determinación de pH, se pesó en una balanza analítica aproximadamente 4 gramos de suelo previamente seco y tamizado, que se colocó dentro de un tubo Falcón situado en un vaso de precipitación, posteriormente se agregó 40 mL de agua destilada en una relación 1:10 medidos en una probeta, la solución se agito durante 2 horas en un agitador mecánico, y se centrifugo durante 15 minutos, finalmente se filtró la muestra con ayuda de un embudo y papel filtro, el resultado se colocó en vasos de precipitación, con ayuda de un pH metro se midió el pH y Conductividad Eléctrica, se lavó el electrodo entre las mediciones para evitar errores en su medición.



**Ilustración 12-2:** Determinación de pH y conductividad eléctrica  
Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.3 Determinación de materia orgánica

Para cuantificar la Materia Orgánica (M.O), se hizo uso del método de calcinación usando la mufla, se pesaron los crisoles con la balanza analítica (P1) y posteriormente se pesó 3 gramos de las muestras de suelo previamente seca y tamizada en cada uno de los crisoles (P2), los crisoles con las muestras de suelo fueron colocados directamente en la mufla por 24 horas a 430 °C , transcurrido el tiempo, fueron retirados de la mufla y colocados en el desecador hasta que se encuentren a temperatura ambiente, para ser pesadas por tercera vez (P3). Una vez terminado el proceso se usó la siguiente fórmula para la determinación de la materia orgánica

$$\%MO = \frac{P2 - P3}{P2 - P1} \times 100$$

Donde:

P1= Peso del crisol (g)

P2= Peso del crisol con la muestra (g)

P3= Peso del crisol con la muestra calcinada (g)



**Ilustración 13-2:** Determinación de Materia Orgánica

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.4 Determinación de densidad aparente

Para la determinación de la densidad aparente se pesó las probetas de 25 mL ( $P_a$ ) con ayuda de una balanza analítica, posteriormente se añadió la muestra de suelo previamente seca y tamizada hasta alcanzar el volumen de la probeta ( $P_b$ ), se agito la probeta con la muestra de suelo para descartar vacíos y que la muestra este presente en toda la probeta, finalmente se pesó nuevamente la probeta con la muestra introducida. Se uso la siguiente fórmula para el cálculo de la densidad.

$$\delta a = \frac{P_b - P_a}{V_p}$$

Datos:

$P_a$  = Peso de la probeta (g)

$P_b$  = Peso con muestra de suelo (g)

$V_p$  = Volumen de la probeta (mL)



**Ilustración 14-2:** Determinación de densidad aparente

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.5 Determinación de densidad real

Se pesó con ayuda de una balanza analítica los balones de aforo de 50 mL (P1) vacíos y aforados (P2), luego se pesó 10 gramos de suelo (P3) en el balón con ayuda de un embudo y se añadió 25 mL de agua destilada se agitó suavemente evitando que dentro de la probeta queden muestras de suelo seco y burbujas de aire, se dejó reposar la probeta con la muestra de suelo y agua durante 30 minutos y finalmente se aforo a 50 mL con agua destilada evitando que quede restos de suelo en las paredes de la probeta y se pesó nuevamente (P4). Se usó la siguiente fórmula para calcular la densidad real

$$\delta_r = \frac{P2 - P1}{(P4 - P1) - (P3 - P2)}$$

Donde:

P1= Primera lectura

P2= Segunda lectura

P3= Tercera lectura

P4= Cuarta lectura





**Ilustración 151-2:** Determinación de la densidad real  
 Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.6 Determinación de textura

Con ayuda de una balanza analítica se pesó 100 g de suelo previamente seco y tamizado en un vaso de precipitación de 1000 mL, a continuación se añadió 10 mL de solución dispersante (solución previamente preparada con 20g de carbonato de sodio en polvo y 75 g de hexametáfosfato de sodio en 1,62 L de agua destilada) y 200 mL de agua destilada medida con ayuda de una probeta, usando una varilla de agitación se remueve durante 5 minutos, haciendo que el suelo haga contacto con la solución, y se dejó reposar el contenido durante 24 horas.

Una vez cumplido el tiempo de reposo, el contenido se trasvaso a una probeta de 1000 mL, se agregó agua destilada hasta alcanzar el contenido de aproximadamente 900 mL posteriormente se introdujo el densímetro en la probeta y se aforo hasta los 1000 mL procurando que en las paredes de la probeta no queden residuos de suelo, se homogenizo el contenido de la probeta usando una cubierta de Parafilm, rápidamente se colocó el densímetro dentro de la probeta por 40 segundos terminado el tiempo se introdujo el termómetro para efectuar la primera lectura (PL) anotando el valor mostrado, se cubrió nuevamente con el Parafilm y se dejó reposar por 2 horas, transcurrido el tiempo se midió con el densímetro por 40 segundos y posteriormente tomando la temperatura para la segunda lectura (SL). Con los porcentajes de arcilla, limo y arena calculado se utilizó el triángulo de texturas, aplicando la siguiente fórmula:

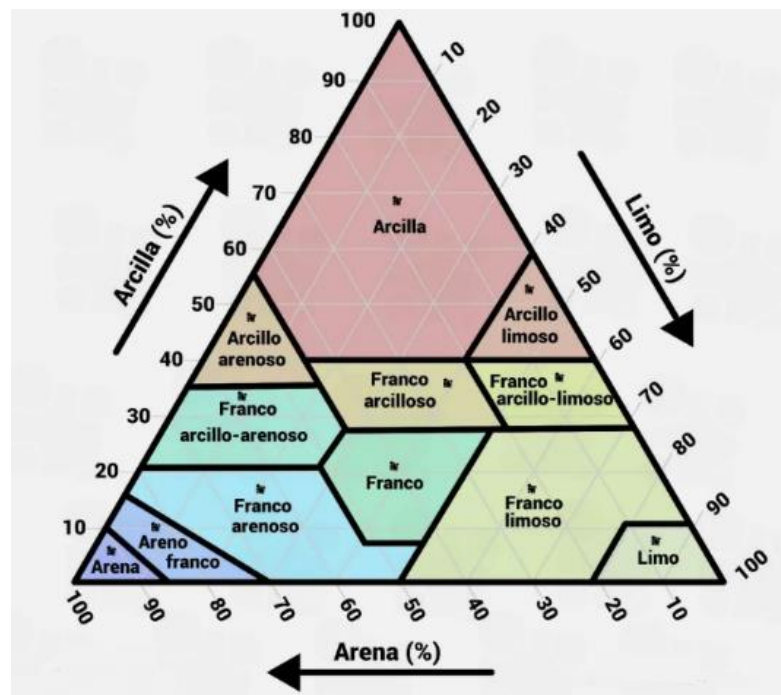
$$\% \text{ Arena} = 100 - \frac{PL}{M} \times 100$$

$$\% \text{ Arcilla} = \frac{SL}{M} \times 100$$

$$\% \text{ Limo} = 100 - (\% \text{ Arena} + \% \text{ Arcilla})$$

Donde:

PL= Primera lectura  
SL= Segunda lectura  
M= Peso de la muestra (g)



**Ilustración 16-2:** Triángulo de textura  
Fuente: (CSR 2017)



**Ilustración 17-2:** Determinación de textura  
Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.7 Determinación de Carbono total, N y relación C/N

Se pesó aproximadamente 0,7 gramos de suelo en la micro balanza, en cápsulas de estaño debidamente codificadas, posteriormente se pesó los estándares: 0,5 g, 0,75 g, 1 g, 1,5 g y 2 g de sulfanilamide (Element Microanalysis), finalmente se configuró el equipo (Analizador elemental) donde se obtuvo los resultados de manera directa.



**Ilustración 18-2.** Determinación de Carbono Total, N y relación C/N

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.8 Determinación de Nitrógeno

Para la determinación de Nitrógeno se prepararon los siguientes reactivos: Hidróxido de Sodio (NaOH) al 40%, donde se pesó 400 g en un vaso de precipitación el cual se disolvió y aforó a 1000 ml con agua destilada, mientras que el Ácido Bórico al 2% se preparó con 20g de Ácido bórico pesado en un vaso de precipitación, disuelto y aforado a 1000 ml con agua destilada, para el Ácido Clorhídrico 0,1 N se tomó un volumen de 8,35 ml de Ácido Clorhídrico al 37% y 1,18 g/ml y se aforo con agua destilada a 100 ml; una vez listos los reactivos, se prepararon las muestras de suelo.

Se pesó aproximadamente 2 g de las muestras de suelo seco y tamizado, depositándolo en los tubos Kjeldahl, sobre la muestra de suelo se depositó 3,4 g de Sulfato de Potasio, y 0,2 g de Sulfato de Cobre, finalmente se agregó 20 ml de Ácido Sulfúrico al 98%; los tubos fueron colocados en el Digestor, una vez finalizada la digestión, se destilaron las muestras mediante el destilador del equipo NTK, donde se colocó en el un extremo el tubo Kjeldahl y al otro un matraz con el indicador Mixto: Rojo de Metilo y Verde de Bromocresol, para titular finalmente con HCl 0.1 N estandarizado. Registrar el volumen consumido y realizar los respectivos cálculos.



**Ilustración 19-2:** Determinación de Nitrógeno

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.9 Determinación de Carbono Orgánico Oxidable

Se preparó una solución de Dicromato de Potasio 1N disolviendo en agua destilada 49,04 g de Dicromato de Potasio, para aforarlo en un matraz volumétrico de 1000 ml; mientras que para la solución de Sulfato Ferroso 0,5 N se pesó 139 g de Sulfato Ferroso Heptahidratado y se agregó 800 ml de agua destilada y 20 ml de Ácido Sulfúrico y se aforó a 1000 ml; para el indicador Difenilamina se disolvió 0,5g de Difenilamina en 20 ml de agua y se aforó con Ácido Sulfúrico a 100 ml.

Se peso aproximadamente 0,2 g de suelo previamente seco y tamizado en un matraz Erlenmeyer de 500 ml, con ayuda de una pipeta y dentro de una campana extractora se adicionó 5 ml de la solución de Dicromato de Potasio (1N), posteriormente se adicionó 10 ml de Ácido Sulfúrico concentrado con ayuda de una pipeta volumétrica de 10 ml, el matraz se giró constantemente para evitar que el suelo se adhiriera a las paredes, se dejó reposar por 30 minutos. Transcurrido el tiempo determinado, se añadió 50 ml de agua destilada y desionizada y 5ml de Ácido Fosfórico al 85%, para la titulación se añadió 5 gotas de Difenilamina en el Erlenmeyer el cual cambio la solución de color amarillo a negro; en una bureta se añadió la solución de Sulfato Ferroso 0,5 N con la cual se realizó la titulación gota a gota, se usó un agitador magnético para una mejor homogenización. La titulación terminó cuando se obtuvo un color verde esmeralda, se anotó el volumen de Sulfato Ferroso usado en la titulación y se procedió a realizar los cálculos correspondientes.



**Ilustración 202-2.** Determinación de Carbono Orgánico Oxidable

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022



#### 2.10.4.10 *Determinación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC)*

Para la determinación de la CIC se preparó con antelación tres soluciones; una de Acetato de Amonio, Cloruro de sodio e Hidróxido de sodio, para el cual se pesó en una balanza analítica 77,08 gramos de Acetato de Amonio (1N), 100 g de Cloruro de Sodio y 430 gramos de hidróxido de sodio en vasos de precipitación, se añadió suficiente agua destilada para disolver los reactivos pesados sin sobrepasar los 900 mL, las soluciones disueltas se transfirieron a balones de aforo de 1000 mililitros, se añadió agua destilada hasta alcanzar el volumen conocido del balón de aforo finalmente se cubrieron los balones con Parafilm.

Se peso 5 gramos de suelo previamente seco y tamizado usando una balanza analítica en frascos plásticos de 100 mililitros se añadió 90 mililitros de Acetato de Amonio los cuales fueron medidos con ayuda de una probeta, se colocó los frascos con la muestra y la solución en un agitador mecánico por 15 minutos posteriormente se dejó reposar por 2 horas; se preparó un mecanismo de filtración al vacío con un Kitasato, embudo Buchner cubierto por papel filtro y una bomba de vacío, mecanismo en el cual se vertió el contenido del frasco, el primer lavado se realizó añadiendo 40 mililitros de Acetato de Amonio medido en una probeta al embudo Buchner con el residuos del frasco; el segundo lavado se realizó añadiendo 50 mililitros de Etanol medido en una probeta sobre el residuo del primer lavado; el tercer lavado se realizó añadiendo 50 mililitros de Cloruro de Sodio medido en una probeta.

Al resultado de la filtración se le añadió 50 mililitros de Cloruro de Sodio y 20 mililitros de Formaldehido medidos en una probeta, con ayuda de un gotero se añadió 5 gotas de Fenolftaleína, se realizó el proceso de titulación con Hidróxido de sodio, hasta obtener un color rosado claro.



**Ilustración 21-2:** Determinación de capacidad de Intercambio catiónico

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.11 *Digestión de muestras para la determinación de metales pesados*

Con ayuda de una balanza analítica se pesó 2 gramos de muestra previamente secado y tamizado en un Erlenmeyer de 250 mililitros debidamente rotulados, se añadió 5 mililitros con ayuda de un dispensador sobre el frasco Ácido Nítrico en cada uno de los Erlenmeyer, continuamente se añadió un poco de agua destilada considerando que las muestra de suelo se encuentre cubierta; las soluciones realizadas fueron cubiertas por vidrios reloj y fueron colocados en reverberos a 95 °C por 2 horas dentro de una cabina extractora de gases. Cumplido el tiempo establecido se añadió 3 mililitros de Peróxido de Hidrogeno al 30% a cada uno de los Erlenmeyers posteriormente fueron colocados en el reverbero por otras 2 horas, cumplido el tiempo se dejó enfriar los Erlenmeyers.

Finalmente, el contenido resultante se filtró con ayuda de un embudo y un papel filtro, y se trasladó hacia un balón de aforo de 50 mililitros donde se aforo con agua destilada, terminado el proceso de trasvaso el contenido a frascos de orina debidamente etiquetados para su posterior análisis.



**Ilustración 22-2:** Digestión de las muestras para la determinación de metales pesados  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.12 *Digestión Asistida por Microondas de Muestras Para Análisis De Metales Totales del Suelo y Materia Vegetal*

Se pesó en una balanza analítica la muestra previamente homogénea, seca y tamizada, 2g de suelo y 0.5 g en el caso de biomasa, se registró el peso para cálculos posteriores. Se colocó la muestra en los envases de teflón y se agregó 10 ml de HNO<sub>3</sub> a cada tubo con las muestras de suelo, en el caso de las muestras con materia vegetal se agregó 10 mL de HNO<sub>3</sub> y 10 mL de agua desionizada ultra pura y de manera individual se tapó los envases con la tapa y contratapa, verificando que el cierre sea el adecuado.

Una vez listas las muestras se colocó en el rotor, procurando que la disposición sea la adecuada para que el rotor quede nivelado e introducirlo en el interior del Microondas para su respectivo análisis, una vez culminada la digestión se esperó 30 minutos para que los tubos se enfríen y poder retirarlos del rotor, posteriormente se filtró en un equipo de filtración al vacío a través de

membranas de 0.45  $\mu\text{m}$ , y finalmente el filtrado se llevó a un balón de aforo de 50 mL, donde una vez aforados los filtrados se guardó y almacenó para su análisis final.



**Ilustración 23-2:** Digestión de las muestras para la determinación de metales pesados  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.13 *Determinación de Micronutrientes Asimilables en el suelo (Cu, Mn, Fe y Zn)*

Se preparó una solución de Ácido clorhídrico 1 M con 83,50 ml de Ácido Clorhídrico y se aforó a 1000 ml con agua ultra pura, mientras que para la solución de Ácido Sulfúrico 5M, se tomó 271,96 ml de Ácido Sulfúrico y se aforó a 1000 ml con agua ultra pura, para la solución Extractora Doble Acido ( $\text{HCl}+\text{H}_2\text{SO}_4$ ) se tomó 50 ml de Ácido clorhídrico 1M y 2,5 ml de Ácido sulfúrico 5 M se aforó a 1000 ml con agua ultrapura

Se pesó aproximadamente 4 g de suelo previamente homogenizado, seco y tamizado en tubos de centrifuga a la cual se adicionó 40 ml de la solución extractora y se colocó en el agitador mecánico la muestra durante 20 minutos, terminado el tiempo se trasladó la muestra a la centrifuga y posteriormente se filtró la muestra eliminando solidos suspendidos o sedimentables. El extracto obtenido fue analizado por Absorción Atómica



**Ilustración 24-2:** Determinación de Micronutrientes Asimilables en el suelo (Cu, Mn, Fe, y Zn)  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.14 *Determinación de Macronutrientes Asimilables en el suelo (Ca, Na, K y Mg)*

Se preparó una solución de Acetato de Amonio 1 M con 77,08 g de Acetato de Amonio disuelto en agua ultrapura y aforado en 1000 ml

Se pesó aproximadamente 2 g de suelo previamente homogenizado, seco y tamizado en tubos de centrifuga a la cual se adicionó 50 ml de Acetato de Amonio 1 M y se colocó en el agitador mecánico la muestra durante 20 minutos, terminado el tiempo se trasladó la muestra a la centrifuga y posteriormente se filtró la muestra eliminando solidos suspendidos o sedimentables. El extracto obtenido fue analizado por Absorción Atómica



**Ilustración 25-2:** Determinación de Micronutrientes Asimilables en el suelo (Ca, Na, K, y Mg))

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.15 *Determinación de Sulfatos*

Se pesó aproximadamente 4 g de suelo previamente homogenizado, seco y tamizado en tubos para centrífuga, se adicionó 40 ml de agua desionizada. (agua ultrapura), en una relación de 1:10, se agitó con ayuda del agitador mecánico durante 2 horas, pasado ese tiempo se retiró del agitador y se centrifugó los tubos con las muestras a 1000 RPM durante 5 minutos, se usó el filtro de 0,45  $\mu\text{m}$  de porosidad, las muestras filtradas se guardó en recipientes limpios, para este análisis se tomó 5 ml de muestra y 5 ml de agua desionizada, que se colocó en la celda del equipo espectrómetro HACH, para este análisis se eligió el método para Sulfatos en el menú del equipo, se encendió el equipo, por muestra ya que cada una presentó una coloración inicial diferente, se tomó la celda y se colocó en el compartimento del espectrómetro, una vez encendido el equipo se colocó el polvo del interior de la almohadilla, en contacto con los 10 ml de muestra se agitó hasta que se disolvió todo el reactivo y se complete la reacción, una vez transcurrido el tiempo se colocó la celda en el compartimento del espectrómetro, se tapó y se midió.





**Ilustración 26-2:** Determinación de Sulfatos

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.16 *Determinación de fosfatos*

Se pesó aproximadamente 4 g en tubos para centrifuga, se adicionó 40 ml de agua desionizada. (agua ultrapura), en una relación de 1:10, se agitó con ayuda del agitador mecánico durante 2 horas, pasado ese tiempo se retiró del agitador y se centrifugó los tubos con las muestras a 1000 RPM durante 5 minutos, se usó el filtro de 0,45  $\mu\text{m}$  de porosidad, las muestras filtradas se guardó en recipientes limpios, para este análisis se tomó 5 ml de muestra y 5 ml de agua desionizada, que se colocó en la celda del equipo espectrómetro HACH, para este análisis se eligió el método para fosfatos en el menú del equipo, se encendió el equipo, por muestra ya que cada una presentó una coloración inicial diferente, se tomó la celda y se colocó en el compartimento del espectrómetro, una vez encendido el equipo se colocó el polvo del interior de la almohadilla, en contacto con los 10 ml de muestra se agitó hasta que se disuelva todo el reactivo y complete la reacción, una vez transcurrido el tiempo se colocó la celda en el compartimento del espectrómetro se tapó y se midió.



**Ilustración 273-2:** Determinación de Fosfatos

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.17 *Determinación de nitratos*

Se pesó aproximadamente 4 g en tubos para centrífuga, se adicionó 40 ml de agua desionizada. (agua ultrapura), en una relación de 1:10, se agitó con ayuda del agitador mecánico durante 2 horas, pasado ese tiempo se retiró del agitador y se centrifugó los tubos con las muestras a 1000 RPM durante 5 minutos, se usó el filtro de 0,45  $\mu\text{m}$  de porosidad, las muestras filtradas se guardó en recipientes limpios, para este análisis se tomó 5 ml de muestra y 5 ml de agua desionizada, que se colocó en la celda del equipo espectrómetro HACH, para este análisis se eligió el método para nitratos en el menú del equipo, se encendió el equipo, por muestra ya que cada una presentó una coloración inicial diferente, se tomó la celda y se colocó en el compartimento del espectrómetro, una vez encendido el equipo se colocó el polvo del interior de la almohadilla, en contacto con los 10 ml de muestra se agitó hasta que se disolvió todo el reactivo y se completó la reacción, una vez transcurrido el tiempo se colocó la celda en el compartimento del espectrómetro, se tapó y se midió.



**Ilustración 284-2:** Determinación de Nitratos

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.18 *Determinación de Fósforo por Espectrofotometría UV*

Para la determinación de Fosforo se preparó dos reactivos A y B antes de su análisis, para el reactivo A, se disolvió 60 g de Molibdato de Amonio en 200 ml de agua, se añadió 1.455 g de Tartrato de Antimonio y Potasio, y se disolvió; se añadió 700 ml de Ácido Sulfúrico de manera lenta y con agitación leve, esta reacción al ser exotérmica, se dejó en reposo un tiempo para aforarlo a 1 litro.

Para el reactivo B, se disolvió 132 g de ácido ascórbico en agua, aforándolo a 1 litro, terminadas las soluciones se los guardó en refrigeración.

Para la solución de Trabajo (Solución de Color), se tomó 35 ml de la Solución A, y se agregó 800 ml de agua, se agitó y mezcla finalmente se añadió 10 ml de Solución B, y se aforó a 1 litro. Por cada muestra a analizar solo se usó 5 mL

Para la preparación de las muestras de suelo se tomó 5 ml de la muestra procedente de la digestión ácida, la cual, con ayuda de una solución de hidróxido de sodio, se llevó a un pH de entre 3 a 3.5 necesariamente, una vez estabilizado el pH se aforó a un volumen conocido de 50 ml con la ayuda de un balón de aforo, tomando en cuenta siempre el factor de dilución que se ha realizado. Se preparó los STD de Fósforo para la curva de calibración.

**Tabla 10-2:** STD para la curva de calibración para fósforo

NIVEL	C1	V1	C2	V2	Observaciones
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)	
<b>STOCK</b>	10000	0,25	25	100	
<b>1</b>	25	0,2	0,1	50	Nota: se deberá utilizar Agua Ultrapura (Tipo I)
<b>2</b>	25	0,8	0,4	50	
<b>3</b>	25	1,6	0,8	50	
<b>4</b>	25	3	1,5	50	
<b>5</b>	25	4	2	50	

Fuente: (GAIBAQ 2023)

De la Tabla 10-3. Se toma en cuenta el V1 que es el volumen inicial o STOCK que se llevó a un volumen de 100 mL, de la solución STOCK, se tomó 0,2-0,8-1,6-3 y 4 mL los cuales se aforaron a 50 mL estas soluciones son los estándares que se usó para calibrar el equipo, y se dio lectura a las muestras a 880 nm.

Una vez aforado y preparados los reactivos, se tomó 5 ml de la solución previamente aforada y 5 ml de cada STD y adicionamos 5 ml de la Solución de Color para Fósforo, se esperó 15 minutos para que se dé la reacción de color; si la coloración fue intensa, se tomó un volumen de 5 ml y se aforó a 25 mL para disminuir la concentración de fosforo y para que el equipo pueda leer.

Los resultados obtenidos en mg/L se hizo la conversión correspondiente a mg/kg usando la siguiente fórmula:

$$C \frac{mg}{kg} = \frac{(C_{Equipo} * FD) * (V_m * \frac{1l}{1000ml})}{P_m * \frac{1 kg}{1000 g}}$$

Donde:

C= Concentración a obtener del Analito en mg/kg

C Equipo= Concentración del Analito obtenido en el Equipo en mg/l

FD= Factor de Dilución, en caso de que concentración del producto exceda del rango lineal del método (estándar más alto en la curva de calibración), diluya y analice la muestra, por ejemplo 5 ml a 25 ml, tenemos un FD de 5

Tomar en cuenta todas las diluciones realizadas, antes y durante la lectura en el equipo

V<sub>m</sub>= Volumen de la Muestra en mililitros (mL), volumen al que se aforó luego de la digestión

P<sub>m</sub>= Peso de la Muestra en gramos (g),

En la formula se incluyó los factores de conversión de g a kg y de ml a litros.



**Ilustración 29-2:** Determinación de Fósforo por Espectrofotetría UV

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.4.19 Determinación de Cloruros

Para la determinación de cloruros se preparó un litro de AgNO<sub>3</sub> 0.01 N, se pesó 1.6987 g, y se preparó 100 ml de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> al 5% , donde se pesó 5 g, una vez preparados los reactivos se guardó y se tapó con papel Parafilm.

Las muestras se prepararon en una relación 1:20 en tubos para centrifuga, se agitó durante 2 horas, se centrifugó por 4 minutos a 1000 rpm, y se filtró, para la medición se tomó 1 ml del filtrado y se llevó a 100mL, de la solución se tomó 25 mL en un matraz Erlenmeyer, se añadió 5 gotas de indicador (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 5%) y se tituló con AgNO<sub>3</sub> al 0.01 N hasta la formación de un color ladrillo, se anotó el volumen consumido de AgNO<sub>3</sub> (ml) para el cálculo de las concentraciones de cloruros

$$Cl - \frac{mg}{L} = \frac{(A - B) * N * 35.45}{ml\ muestra} * 1000$$

Donde:

A= mL valoración para la muestra

B= mL valoración para el blanco

N= normalidad de AgNO<sub>3</sub>



**Ilustración 30-2:** Determinación de Cloruros

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 2.10.5 Preparación de STD's para curvas de Calibración para la lectura en el equipo de Absorción Atómica

#### 2.10.5.1 Determinación de Cadmio

Para la determinación de Cadmio, fue necesario preparar una solución estándar en la cual con ayuda de una micropipeta se tomó 0.2 mL del estándar de Cd y se lo aforó a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 0.5 ml, 1 ml, 1.5 ml, 2.5 ml, y 5 ml, como se muestra en la Tabla 11-3, aforándolos cada uno en diferentes balones de aforo de 50 ml, se agito las muestras para calibrar el equipo de absorción atómica.

**Tabla 11-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Cadmio

	C1	V1	C2	V2
NIVEL	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)
STOCK	1000	0.2	2	100
1	2	0.5	0.02	50
2	2	1	0.04	50
3	2	1.5	0.06	50
4	2	2.5	0.1	50
5	2	5	0.2	50

Fuente: (GAIBAQ 2023)



**Ilustración 31-2:** Determinación de Cadmio  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.5.2 Determinación de Níquel

Para la determinación de Níquel, se tomó una alícuota del estándar de 2 ml con ayuda de una micropipeta se tomó y se lo aforó a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 0.5 ml, 1.25 ml, 2.5 ml, 3.75 ml, y 5 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 12-2, aforándolos cada uno en diferentes balones de aforo de 50 ml, se agitó y se calibró el equipo de absorción atómica, para dar lectura a las muestras de suelo.

**Tabla 12-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Níquel

<b>NIVEL</b>	<b>C1</b>	<b>V1</b>	<b>C2</b>	<b>V2</b>
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)
<b>STOCK</b>	1000	2	20	100
<b>1</b>	20	0.5	0.2	50
<b>2</b>	20	1.25	0.5	50
<b>3</b>	20	2.5	1	50
<b>4</b>	20	3.75	1.5	50
<b>5</b>	20	5	2	50

**Fuente:** (GAIBAQ 2023)





**Ilustración 325-2:** Determinación de Níquel  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 2.10.5.3 Determinación de Plomo

Para la determinación de Plomo, se tomó una alícuota del estándar Pb de 3 ml con ayuda de una micropipeta aforándolo a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 0.5 ml, 1ml, 1.5 ml, 2.5 ml, y 5 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 13-2, aforándolos cada uno en diferentes balones de aforo de 50 ml, se agitó y se calibró el equipo de absorción atómica, para dar lectura a las muestras de suelo.

**Tabla 13-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Plomo

<b>NIVEL</b>	<b>C1</b>	<b>V1</b>	<b>C2</b>	<b>V2</b>
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)
<b>STOCK</b>	1000	3	30	100
<b>1</b>	30	0.5	0.3	50
<b>2</b>	30	1	0.6	50
<b>3</b>	30	1.5	0.9	50
<b>4</b>	30	2.5	1.5	50
<b>5</b>	30	5	3	50

**Fuente:** (GAIBAQ 2023)



**Ilustración 33-3:** Determinación de Plomo  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.5.4 Determinación de Cromo

Para la determinación de Cromo, se tomó una alícuota de 2.5 ml del estándar Pb aforándolo a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 0.6 ml, 1ml, 2 ml, 3 ml, y 4 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 14-2, aforándolos cada uno en diferentes balones de 50 ml, se agitó y se calibró el equipo de absorción atómica, para dar lectura a las muestras de suelo y materia vegetal.

**Tabla 14-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Cromo

NIVEL	C1	V1	C2	V2
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)
<b>STOCK</b>	1000	2.5	25	100
<b>1</b>	25	0.6	0.3	50
<b>2</b>	25	1	0.5	50
<b>3</b>	25	2	1	50
<b>4</b>	25	3	1.5	50
<b>5</b>	25	4	2	50

Fuente: (GAIBAQ 2023)





**Ilustración 34-2:** Determinación de Cromo

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### *2.10.5.5 Determinación de Arsénico*

En la Tabla 15-2 se muestra la determinación de Arsénico, se acondicionó las muestras, se preparó una solución al 10% de Yoduro de Potasio (KI) m/v + Solución al 10% de Ácido Ascórbico (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>) m/v; se tomó un volumen de 16 ml de las muestras de gestadas y a cada muestra se le adicionó 2 ml de la solución Reductora y 2 ml de Ácido Clorhídrico concentrado, posteriormente se lo llevó a baño maría por 30 minutos aproximadamente.

En la lectura con el Equipo de Absorción Atómica se preparó las soluciones al 0.5% de Hidróxido de Sodio (NaOH) + Solución de al 0.6% Borohidruro de Sodio (NaBH<sub>4</sub>), una vez preparados estas soluciones, se tomó una alícuota de 0.1 ml del estándar de As aforándolo a 100 ml, de esta solución (solución madre) se tomó, 0.25 ml, 0.5 ml, 1 ml, 2 ml, y 2.5 ml, para calibrar la curva y proceder con las lecturas de cada muestra de suelo y materia vegetal.

**Tabla 15-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Arsénico

NIVEL	C1	V1	C2	V2	Observación
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)	Concentración Obtenida en (ppb o µg/l)
<b>STOCK</b>	1000	0.1	1	100	
<b>1</b>	1	0.25	0.005	50	5
<b>2</b>	1	0.5	0.01	50	10
<b>3</b>	1	1	0.02	50	20
<b>4</b>	1	2	0.04	50	40
<b>5</b>	1	2.5	0.05	50	50

Fuente: (GAIBAQ 2023)

**Ilustración 35-2:** Determinación de Arsénico

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.5.6 Determinación de Zinc

En la determinación de Zinc, se tomó una alícuota de 1 ml del estándar aforándolo a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 0.5 ml, 1ml, 2.5 ml, 5 ml, y 10 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 16-2, aforándolos en diferentes balones de 50 ml, para calibrar el equipo de absorción atómica, y se dio lectura a las muestras de suelo.

**Tabla 16-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Zinc

NIVEL	C1	V1	C2	V2
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)
<b>STOCK</b>	1000	1	10	100
<b>1</b>	10	0.5	0.1	50

<b>2</b>	10	1	0.2	50
<b>3</b>	10	2.5	0.5	50
<b>4</b>	10	5	1	50
<b>5</b>	10	10	2	50

Fuente: (GAIBAQ 2023)



**Ilustración 36-2:** Determinación de Zinc

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.5.7 Determinación de Cobre

Para la determinación de Cobre, se tomó una alícuota de 1 ml del estándar aforándolo a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 1.25 ml, 2.5 ml, 5 ml, 10 ml y 15 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 17-2, aforándolos en diferentes balones de 50 ml, para calibrar el equipo de absorción atómica, y dar lectura a las muestras de suelo.

**Tabla 17-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Cobre

<b>NIVEL</b>	<b>C1</b>	<b>V1</b>	<b>C2</b>	<b>V2</b>
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)
<b>STOCK</b>	1000	1	10	100
<b>1</b>	10	1.25	0,25	50
<b>2</b>	10	2.5	0,5	50
<b>3</b>	10	5	1	50
<b>4</b>	10	10	2	50
<b>5</b>	10	15	3	50

Fuente: (GAIBAQ 2023)



**Ilustración 37-2:** Determinación de Cobre  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.5.8 Determinación de Hierro

Se tomó una alícuota de 2.5 ml del estándar de Fe aforándolo a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 0.5 ml, 1ml, 2 ml, 4 ml, y 6 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 18-2, aforándolos en diferentes balones de 50 ml, para calibrar el equipo de absorción atómica, en este caso la concentración de Fe de las muestras fue mayor al rango dentro de la curva de calibración, por lo tanto se hizo diluciones de las muestras , y se dio lectura a las muestras de suelo.

**Tabla 18-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Hierro

<b>NIVEL</b>	<b>C1</b>	<b>V1</b>	<b>C2</b>	<b>V2</b>
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)
<b>STOCK</b>	1000	5	50	100
<b>1</b>	50	0,5	0,5	50
<b>2</b>	50	1	1	50
<b>3</b>	50	2	2	50
<b>4</b>	50	4	4	50
<b>5</b>	50	5	5	50

**Fuente:** (GAIBAQ 2023)



**Ilustración 38-2:** Determinación de Hierro  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 2.10.5.9 Determinación de Manganeso

Se tomó una alícuota de 2.5 ml del estándar de Mn aforándolo a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 0.5 ml, 1 ml, 2 ml, 4 ml, y 8 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 19-2, aforándolos en diferentes balones de 50 ml, para calibrar el equipo de absorción atómica, se leyó las muestras de suelo.

**Tabla 19-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Manganeso

NIVEL	C1	V1	C2	V2
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)
<b>STOCK</b>	1000	2,5	25	100
<b>1</b>	25	0,5	0,25	50
<b>2</b>	25	1	0,5	50
<b>3</b>	25	2	1	50
<b>4</b>	25	4	2	50
<b>5</b>	25	8	4	50

Fuente: (GAIBAQ 2023)



**Ilustración 39-2:** Determinación de Manganeso  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.5.10 Determinación de Mercurio

Se tomó una alícuota de 0.1 ml del estándar de Hg aforándolo a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 0.25 ml, 0.5ml, 1 ml, 1.5 ml, y 2 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 20-2, aforándolos en diferentes balones de 50 ml, para calibrar el equipo de absorción atómica, la lectura de Hg dio resultados bajo el límite de la curva por lo que se dedujo que no existe Hg en las zonas analizadas de suelos y materia vegetal.

**Tabla 20-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Mercurio

<b>NIVEL</b>	<b>C1</b>	<b>V1</b>	<b>C2</b>	<b>V2</b>	<b>Observación</b>
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)	Concentración Obtenida en (ppb o µg/l)
<b>STOCK</b>	1000	0.1	1	100	
<b>1</b>	1	0.25	0.005	50	5
<b>2</b>	1	0.5	0.01	50	10
<b>3</b>	1	1	0.02	50	20
<b>4</b>	1	1.5	0.03	50	30
<b>5</b>	1	2	0.04	50	40

Fuente: (GAIBAQ 2023)



**Ilustración 40-2:** Determinación de Mercurio  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.5.11 *Determinación de Selenio*

Se tomó una alícuota de 0.1 ml del estándar de Se aforándolo a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 0.5 ml, 1ml, 1.5 ml, 2 ml, y 2.5 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 21-2, aforándolos en diferentes balones de 50 ml, para calibrar el equipo de absorción atómica, y se dio lectura a las muestras de suelo.

**Tabla 21-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Selenio

<b>NIVEL</b>	<b>C1</b>	<b>V1</b>	<b>C2</b>	<b>V2</b>	<b>Observación</b>
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)	Concentración Obtenida en (ppb o $\mu\text{g/l}$ )
<b>STOCK</b>	1000	0.1	1	100	
<b>1</b>	1	0.5	0.01	50	10
<b>2</b>	1	1	0.02	50	20
<b>3</b>	1	1.5	0.03	50	30
<b>4</b>	1	2	0.04	50	40
<b>5</b>	1	2.5	0.05	50	50

**Fuente:** (GAIBAQ 2023)





**Ilustración 41-2:** Determinación de Selenio

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.5.12 *Determinación de Potasio*

Se tomó una alícuota de 1 ml del estándar de K aforándolo a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución madre se tomó 2.5 ml, 5 ml, 10 ml, 12,5 ml, y 15 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 22-2, aforándolos en diferentes balones de 50 ml, para calibrar el equipo de absorción atómica, en este caso la concentración de K de las muestras fue mayor al rango dentro de la curva de calibración, por lo tanto se hizo diluciones de las muestras, y se dio lectura a las muestras de suelo.

**Tabla 22-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Potasio

NIVEL	C1	V1	C2	V2
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)
<b>STOCK</b>	1000	1	10	100
<b>1</b>	10	2,5	0,5	50
<b>2</b>	10	5	1	50
<b>3</b>	10	10	2	50
<b>4</b>	10	12,5	2,5	50
<b>5</b>	10	15	3	50

Fuente: (GAIBAQ 2023)





**Ilustración 42-2:** Determinación de Potasio  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.5.13 *Determinación de Sodio*

Se tomó una alícuota de 0.5 ml del estándar de Na aforándolo a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 0.5 ml, 1ml, 2 ml, 5 ml, y 7.5 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 23-2, aforándolos en diferentes balones de 50 ml, para calibrar el equipo de absorción atómica, en este caso la concentración de Na de las muestras fue mayor al rango dentro de la curva de calibración, por lo tanto se hizo disoluciones de las muestras, y se dio lectura a las muestras de suelo.

**Tabla 23-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Sodio

<b>NIVEL</b>	<b>C1</b>	<b>V1</b>	<b>C2</b>	<b>V2</b>
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)
<b>STOCK</b>	1000	0,5	5	100
<b>1</b>	5	0,5	0,05	50
<b>2</b>	5	1	0,1	50
<b>3</b>	5	2	0,2	50
<b>4</b>	5	5	0,5	50
<b>5</b>	5	7,5	0,75	50

**Fuente:** (GAIBAQ 2023)



**Ilustración 43-2:** Determinación de Sodio  
**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### 2.10.5.14 *Determinación de Calcio*

Se tomó una alícuota de 1 ml del estándar de Ca aforándolo a 100 ml con agua tipo I (solución Stock), de esta solución se tomó 2.5 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml, y 30 ml, de la solución stock, como se muestra en la Tabla 24-2, aforándolos en diferentes balones de 50 ml, la concentración de Ca de las muestras fue mayor al rango dentro de la curva de calibración, por lo tanto, se hizo diluciones de las muestras, y se dio lectura a las muestras de suelo.

**Tabla 24-2:** Preparación de STD's para Curva de Calibración de Calcio

<b>NIVEL</b>	<b>C1</b>	<b>V1</b>	<b>C2</b>	<b>V2</b>
	Concentración Inicial (ppm)	Valor a Tomar de la concentración inicial (ml)	Concentración a la que se quiere llevar (ppm)	Volumen a Aforar (ml)
<b>STOCK</b>	1000	1	10	100
<b>1</b>	10	2,5	0,5	50
<b>2</b>	10	5	1	50
<b>3</b>	10	10	2	50
<b>4</b>	10	20	4	50
<b>5</b>	10	30	6	50

**Fuente:** (GAIBAQ 2023)



**Ilustración 44-2:** Determinación  
de Calcio

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

## CAPÍTULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.2 Levantamiento de la Línea base

##### 3.2.1 *Paramo de las abras*

###### 3.2.1.1 *Medio físico*

###### Climatología

Presencia de condiciones climáticas típicas de las zonas de alta montaña, estas condiciones incluyen temperaturas frías, fuertes vientos y alta humedad atmosférica. La temperatura promedio puede variar dependiendo la altitud, generalmente oscila entre 0 °C a 12 °C durante todo el año. Presenta una estación húmeda y una estación seca, durante la estación húmeda se registran mayores niveles de precipitación, mientras que durante la estación seca las lluvias son menos frecuentes; presenta humedades relativas mensuales de 73% a 77% y precipitaciones mensuales de 2500 mm a 5000 mm (GAD Mocha 2015).

###### Geología

Se encuentra en una región montañosa, con altitudes que varían entre los 3000 y 4500 m.s.n.m.; compuesta principalmente por rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas, las rocas sedimentarias incluyen areniscas, lutitas y conglomerados, que son producto de la acumulación de sedimentos en antiguos entornos marinos y continentales. La presencia de volcanes y la actividad magmática han dado lugar a la formación de rocas ígneas, como lavas basálticas y riolitas. La actividad tectónica de la región ha generado plegamientos y fallas, lo que ha contribuido a la formación del relieve montañoso (GAD Mocha 2015).

###### Suelos

Los suelos de los páramos conocidos como suelos histosoles suelen estar compuestos por materia orgánica, debido a la descomposición de la vegetación, en el páramo de las Abras se puede encontrar 56,89% de suelos de origen volcánico o también llamado inceptisol, debido a su cercanía con el volcán Tungurahua, estos suelos suelen ser ricos en minerales y nutrientes, lo que favorece el crecimiento de la vegetación característica de los páramos (GAD Mocha 2015).

###### Calidad del agua

El río Mocha nace de los deshielos del nevado Chimborazo y el sur del volcán Carihuairazo, cruzando el páramo de Las Abras, el río Mocha al pasar por la población de Quero toma el nombre

de Río Pachanlica siguiendo su curso hasta el río Pastaza. Según el Plan de manejo de la Unidad Hidrográfica del río Pachanliza la calidad de agua es baja, ya que se encuentra contaminada con altas concentraciones de sustancias producidas por fenómenos naturales y actividades antropogénicas (GAD Mocha 2015).

#### Calidad del aire ambiente

Considerando la ubicación del páramo, la calidad del aire es buena debido a que se encuentra en zonas rurales y elevadas por encima de los 3000 m.s.n.m. lo que resulta en una menor de concentración de contaminantes atmosféricos en comparación con las áreas urbanas o industrializadas, la presencia de una vegetación densa y diversa la cual actúa como filtro natural de aire, absorbiendo gases contaminantes y liberando oxígeno (GAD Mocha 2015).

#### 2.1.1.1. Medio biótico

##### Flora

El páramo de las abras se encuentra intervenido por pequeños propietarios y hacendados, los cuales han trabajado arando el pajonal y destruyendo el chaparro existente, pese a que pertenece a la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo el avance de la frontera agrícola sobre zonas superiores a los 4100 m.s.n.m. (GAD Mocha 2015), en la Tabla 1-3 se muestra la principal flora existente en el páramo de Las Abras.

**Tabla 1-3:** Flora existente en el páramo de Las Abras

Nombre científico	Nombre común	Especie
<i>Stipa ichu</i>	Paja	Poaceae
<i>Azorella scirpu</i>	Almohadillas	Apiaceae
<i>Calamagrostis effusa</i>	Paja de páramo	Poaceae
<i>Hypochaeris sessilifolia</i>	Achicoria de páramo	Asteraceae
<i>Baccharis spp</i>	Romerillo	Asteraceae
<i>Chuquiragua jussieui</i>	Flor de los Andes	Asteraceae
<i>Gentiana sedifolia</i>	Alegría de páramo	Gentianaceae

Fuente: (GAD Mocha 2015)

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

##### Fauna

El páramo de Las Abras alberga una variedad de especies de fauna adaptadas a las condiciones extremas del ecosistema de alta montaña, en cuanto a la calidad de hábitat del páramo de Las Abras, este se encuentra deteriorado, por lo cual la fauna existente en el lugar empieza a emigrar buscando un hábitat adecuado para sobrevivir (GAD Mocha 2015). En la Tabla 2-3 se muestra la principal fauna existente en el páramo de Las Abras.

**Tabla 2-3:** Fauna existente en el páramo de Las Abras

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	
<i>Sylvilagus andinus</i>	Conejo de páramo	Mamífero
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Lobo de páramo	Mamífero
<i>Odocoileus ustus</i>	Venados de paramo	Mamífero
<i>Caracara plancus</i>	Huarros	Aves
<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Curiquinge	Aves
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz	Aves

**Fuente:** (GAD Mocha 2015)

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 2.1.1.2. Medio socioeconómico

#### Tamaño poblacional

En relación con los asentamientos, su presencia es prácticamente inexistente o mínima. En el territorio, se pueden observar algunas viviendas que pertenecen a haciendas de tamaño considerable. Estas haciendas cuentan con su propia vía de acceso privada y otros servicios que benefician de manera individual a los hacendados (GAD Mocha 2015).

#### Calidad de vida

Debido a las desigualdades y la pobreza que afecta al 68.7% de sus habitantes en términos de necesidades básicas insatisfechas, se ve afectada la calidad de alimentación y nutrición. Los grupos más vulnerables son principalmente los niños menores de 12 años, adultos mayores, personas con discapacidades, mujeres embarazadas y madres lactantes. La pobreza y el bajo poder adquisitivo impiden que las familias accedan a una canasta básica que garantice una mejor alimentación (GAD Mocha 2015).

#### Ingresos económicos

El sector primario engloba las actividades económicas que se centran en la transformación de los recursos naturales en productos primarios sin procesar. Estos productos suelen utilizarse como materia prima en otros procesos de producción, especialmente en la industria. Las principales actividades del sector primario incluyen la agricultura, la minería, la ganadería, la silvicultura, la apicultura, la acuicultura, la caza, la pesca y la piscicultura (GAD Mocha 2015).

## **3.2.2 Microcuenca alta del Río Mocha**

### **3.2.2.1 Medio físico**

#### **Climatología**

Se caracteriza por tener un clima de montaña debido a su elevada altitud, las temperaturas varían dependiendo la altitud y la estación del año, en general oscilan entre 5 °C y 15 °C, siendo más frías durante la noche y en los meses de invierno. Experimenta una alta precipitación debido a su ubicación en una zona montañosa, los meses más lluviosos suelen ser de octubre a mayo, mientras que los meses más secos son de junio a septiembre; dada la alta precipitación la humedad tiende a ser alta durante la mayor parte del año, la vegetación densa y presencia de cuerpos de agua contribuyen a mantener niveles de humedad elevados. Los vientos pueden ser moderadas debido a la topografía montañosa y puede variar según la ubicación geográfica y presencia de influencias locales (GAD Mocha 2015).

#### **Geología**

Está compuesta principalmente por rocas sedimentarias las cuales se formaron a lo largo de millones de años mediante la acumulación de sedimentos en áreas marinas y lacustres, que posteriormente se compactaron y solidificaron. La actividad volcánica del volcán Tungurahua ha influido en la formación de depósitos de ceniza y otros materiales volcánicos en la zona, los procesos erosivos como la acción del agua, el viento y los glaciares han contribuido a la formación de valles, cañones, etc. (GAD Mocha 2015).

#### **Suelos**

Los suelos de la Microcuenca Alta del río Mocha pueden variar debido a la diversidad de factores geológicos y ambientales presentes en la zona. Los andosoles son suelos característicos de zonas volcánicas y se forman a partir de materiales volcánicos como cenizas y piroclastos, son suelos jóvenes, ricos en nutrientes y poseen una gran capacidad de retención de agua. Los histosoles son suelos orgánicos que se forman en áreas con una alta acumulación de materiales orgánicos, como turberas o pantanos. Los gleysoles son suelos hidromórficos que se forman en áreas con drenaje deficiente y saturación de agua durante gran parte del año. Los luvisoles son suelos desarrollados en climas húmedos con una estación seca marcada (GAD Mocha 2015).

#### **Calidad del agua**

La calidad del agua puede variar dependiendo de diversos factores, incluyendo las actividades humanas, la geología de la región y la presencia de fuentes de contaminación. Las actividades agrícolas, ganaderas y urbanas pueden contribuir a la contaminación del agua, el uso de

fertilizantes, pesticidas y la generación de residuos puede afectar negativamente si no se manejan adecuadamente. La erosión del suelo puede transportar sedimentos y nutrientes a los cuerpos de agua, en áreas donde existe actividades mineras, puede haber presencia de metales pesados en el agua, como mercurio, plomo y zinc. La falta de adecuados sistemas de saneamiento y tratamiento de aguas residuales puede dar lugar a la contaminación microbiológica (GAD Mocha 2015).

### 3.2.2.2 Medio biótico

#### Flora

La Microcuenca alta del río Mocha, alberga una variedad de especies de flora adaptadas a las condiciones del páramo, dicha zona se encuentra bajo el poder de hacendados, los cuales han tratado de conservar el páramo (GAD Mocha 2015). En la Tabla 3-3 se muestra la Flora existente en la Microcuenca Alta del Río Mocha.

**Tabla 3-3:** Flora existente en la Microcuenca Alta del Rio Mocha

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	
<i>Stipa ichu</i>	Paja	Poaceae
<i>Azorella scirpu</i>	Almohadillas	Apiaceae
<i>Halenia weddiana</i>	Cacho de venado	Gentianaceae
<i>Gynoxys sp</i>	Piquil	Asteraceae
<i>Polylepys incana</i>	Yagual	Rosaceae
<i>Escallonia myrtilloides</i>	Chachacoma	Escalloniaceae

**Fuente:** (GAD Mocha 2015)

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### Fauna

Alberga una variedad de especies de fauna adaptadas a las condiciones del páramo. En la Tabla 4-3 se muestra la fauna principal existente en la Microcuenca alta del Río Mocha



**Tabla 4-3:** Fauna existente en la Microcuenca Alta del Rio Mocha

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Especie</b>
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo	Mamifero
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Lobo	Mamifero
<i>Odocoileus ustus</i>	Venados de paramo	Mamifero
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Guarros	Ave
<i>Phalcooboenus carunculatus</i>	Curiquinge	Ave
<i>Buteo polyosoma</i>	Gavilán	Ave

Fuente: (GAD Mocha 2015)

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 3.2.2.3 Medio socioeconómico

#### Tamaño poblacional

Según los datos del Censo del INEC 2010 en Ecuador, la población total del cantón Mocha es de 6,777 habitantes. De ese total, el 82.16% se encuentra en el área rural y el 17.84% en el área urbana. La población del cantón Mocha representa aproximadamente el 1.3% del total de la población de la Provincia de Tungurahua (GAD Mocha 2015).

#### Calidad de vida

La pobreza en el cantón, medida a través de las necesidades básicas insatisfechas y basándose en los datos del Censo 2011, muestra una situación preocupante. Un 68.7% de la población se encuentra en situación de pobreza, y además, hay un 16.8% de habitantes que viven en situación de extrema pobreza. Es importante destacar que la parroquia Pinguilí tiene un porcentaje más alto de personas en situación de pobreza en comparación con el porcentaje a nivel cantona (GAD Mocha 2015) l.

#### Ingresos económicos

En la zona alta, se encuentra un suelo de tipo franco, y en esta área la principal actividad de producción está relacionada con la ganadería para la obtención de leche. En otras palabras, los pastos son predominantes en este territorio. En la zona media, también se encuentra un suelo franco, y en esta área la producción principal se relaciona con los pastos y cultivos de ciclo corto, como papas, cebolla paitaña, habas y otros productos. Además, en esta zona se dedican a la cría de animales menores como cuyes, conejos, aves de corral, entre otros (GAD Mocha 2015).

### **3.2.3 Paramo de Guargualla**

#### *3.2.3.1 Medio físico*

##### Climatología

Ecosistema caracterizado por un clima de tipo montañoso intertropical, presenta ciertas características distintivas, la temperatura promedio puede variar dependiendo de la ubicación y la altitud específica, pero generalmente se sitúa entre los 5 °C a los 15 °C. Las precipitaciones son frecuentes durante todo el año, aunque puede haber variaciones estacionales, a menudo está envuelto en neblina y nubes bajas debido a la alta humedad atmosférica, debido a su ubicación de alta montaña se reciben altos niveles de radiación solar (Bermeo y Correa 2020).

##### Geología

La zona se desarrolla en áreas de relieve montañoso, se encuentra en regiones volcánicas y en áreas con presencia de rocas sedimentarias y metamórficas. Los páramos suelen estar compuestos por una variedad de estratos geológicos, estos estratos pueden incluir rocas sedimentarias, como areniscas, lutitas y conglomerados, así como rocas volcánicas, tobas y ceniza volcánica (Bermeo y Correa 2020).

##### Suelos

Los suelos del páramo de Guargualla se usan en actividades agropecuarias, el 76,4% son pastizales y el 23,6 % son suelos usados en producción agrícola. Los suelos de los páramos son generalmente delgados y ácidos, presenta una capa superficial orgánica llamada humus, que se forma a partir de la descomposición de la vegetación y materia orgánica acumulada, los suelos tienen una alta capacidad de retención de agua debido a su contenido de materia orgánica (Bermeo y Correa 2020).

##### Calidad del agua

Los páramos poseen gran cantidad de materia orgánica lo cual da como resultado una alta capacidad de retención de agua, por lo que son consideradas “esponjas” en períodos de lluvias, teniendo el suelo una textura franco arenosa la intemperización y meteorización de las partículas mejoran la retención de agua (Bermeo y Correa 2020). Según el “Análisis del Ecosistema páramo Igualata frente al Cambio Climático en Base a los Recursos Naturales”, el agua de la zona se encuentra dentro de límites permisibles para consumo y uso recreacional (Carrasco, Padilla y Echeverría 2016).

## Calidad del aire ambiente

La quema de páramos para la obtención de vegetación fresca para el pastoreo, tienen consecuencias negativas en el ecosistema provocando la liberación de gases contaminantes; mientras que el manejo inadecuado de desechos orgánicos en una zona específica produce la emisión de gases de efecto invernadero, se menciona que no existe un lugar específico para el tratamiento de desechos sólidos, lo cual lleva a la quema de estos, lo que genera humo tóxico y material particulado (Vivanco 2015).

### 3.2.3.2 Medio biótico

#### Flora

El páramo de Guargualla es un ecosistema de alta montaña. La flora se ha adaptado a las condiciones de bajas temperaturas y fuertes vientos. En la Tabla 5-3 se muestra la Flora existente en el Páramo de Guargualla

**Tabla 5-3:** Flora existente en el Páramo de Guargualla

Nombre científico	Nombre común	Especie
<i>Stipa ichu</i>	Paja	Poaceae
<i>Pernetiaprostatia</i>	Falso mortiño	Ericaceae
<i>Valeriana rigida</i>	Valeriana	Valerianaceae
<i>Chuquiragua jussaii</i>	Chuquiragua	Asteraceae
<i>Halenia mendeliana</i>	Cacho de Venado	Gentianaceae
<i>Gentianellaspp.</i>	Amor sacha/adivinadora	Gentianaceae
<i>Hypochaerissessilifolia</i>	Achicoria de páramo	Asteraceae

**Fuente:** (Vivanco 2015)

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

#### Fauna

Al igual que los casos anteriores, el páramo de Guargualla alberga una variedad de especies de fauna adaptadas a las condiciones extremas de alta montaña. En la Tabla 6-3 se muestra la fauna principal existente en el Páramo de Guargualla.

**Tabla 6-3:** Fauna existente en el Páramo de Guargualla

Nombre científico	Nombre común	Especie
<i>Bubo virginianus</i>	Cuscungo	Ave
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	Mamífero
<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Quinde	Ave

<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	Mamífero
<i>Pheuticus chrysopelas</i>	Huirachuro	Ave
<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago	Mamífero

Fuente: (Vivanco 2015)

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 3.2.3.3 Medio socioeconómico

#### Tamaño poblacional

Según los datos del último Censo de Población y Vivienda realizado en 2010, se informa que la parroquia Cebadas tiene una población total de 8,218 personas. Esto equivale al 18.20% de la población del cantón Guamate, que cuenta con 45,153 habitantes, y representa el 1.79% de la población total de la provincia de Chimborazo, que asciende a 458,581 habitantes. Del total de la población de Cebadas, 4,199 personas son mujeres, lo que representa el 51.10%, mientras que 4,019 son hombres, lo que equivale al 48.90% (Bermeo y Correa 2020).

#### Calidad de vida

La deforestación del páramo de Guargualla presenta consecuencias negativas para los pobladores y sus actividades agrícolas y ganaderas. Al deforestar este ecosistema, se produce el deterioro de las capas de agua subterránea y la erosión del suelo. Además, se reduce la biodiversidad de flora y fauna característica de la región, lo cual genera inundaciones y sequías, a su vez, la deforestación contribuye a la acumulación del CO<sub>2</sub> (Vivanco 2015).

#### Ingresos económicos

El 79.7% de la población económicamente activa de la parroquia Cebadas se dedica a actividades agropecuarias, mientras que solo el 2.2% se dedica a actividades de manufactura/industrias y un 2.4% se dedica a actividades de comercio, los productores de Cebadas han destinado un total de 9,395.8 hectáreas para actividades agropecuarias. De este total, el 76.4% corresponde a pastizales y el 23.6% a tierras dedicadas a la producción agrícola (Bermeo y Correa 2020).

## 3.3 Matriz de impacto ambiental

### 3.3.1 Matriz de Impacto Ambiental de las Abras

**Tabla 7-3:** Matriz de Impacto Ambiental de las Abras

**MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES  
ASPECTOS QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES**

INSTRUCCIONES	PÁRAMO DE LAS ABRAS											EVALUACIONES					
	A. Modificación del Régimen				B. Transformación del terreno y construcción		C. Explotación de Recursos		D. Procesamiento		E. Tratamientos químicos		F. Otros				
	Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo		Aplicación de Fertilizantes	Emissiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo

posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido).  
 4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadrillos alistados con números superiores.

**FACTORES**

**A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS**

**1. SUELO**

- Uso del Suelo
- Fertilidad
- Calidad del Suelo

**2. AGUA**

- Calidad del agua
- Contaminación del agua
- Consumo del agua
- Caudales

**3. AIRE**

- Emisión de vapores
- Ruido

	-9	-5	-9	-5	4	-5	-5	-6	-9	-9	-8	-9	-9	-8	-6	4	5	-6	
	5	6	9	4	6	4	4	3	6	4	4	8	8	5	5	4	4	2	
	-6	-6	-9	-1	4	-5	-5	-6	-8	-5	7	-5	-6	7	-6		-5	-6	
	6	6	6	1	6	4	4	3	6	2	4	5	8	4	4		1	2	
	-9	-2	-9	-2	1	-5	1	-6	-6	-5	5	4	-9	4	-6		-1	-6	
	6	3	6	1	3	6	3	3	3	2	3	3	7	1	5		1	2	
	-4		-4		1	1	1	-5	-6	-6	5	-6		-4	-6			-6	
	4		4		5	4	2	3	3	1	4	4		4	4			4	
	-4		-5		1	1	5	-2	-6	-6	-5	-6		-4	-6			-6	
	1		5		5	1	4	3	3	3	3	5		5	4			4	
	-5	-5	-8		4	1	4	1	-5	-8	-8	-6						-3	
	1	5	5		4	1	1	1	5	4	4	5						4	
	-4	-4	-8		4	1	5	1	-6	5	5	-1						-3	
	4	4	5		1	1	1	1	5	1	1	1						2	
	-6	-5	-9		-1	-2	1	-2	-6	-6	-6	-9	-9	-6	-6			-9	
	5	5	6		1	1	1	1	6	2	2	7	7	4	5			8	
	-5		-6	-5	1	-2	1	-2	-5	-5	1	-9	-5					-8	
	4		3	1	1	1	1	2	2	2	3	4	1					1	

Afectaciones Positivas	Afectaciones Negativas	Promedios aritméticos	Impacto por subcomponente	Impacto del componente	Impacto del proyecto
3	15	-522	-	-	-
3	14	-277	1060	-2493	389
5	12	-261	-525	-	9
4	9	-128	-	-	-
3	10	-180	-525	-2493	389
4	8	-129	-	-	-
6	6	-88	-	-	-
1	14	-425	-538	-	-
3	10	-113	-	-	-

<b>C. FACTORES</b>	<b>4. PROCESOS</b>	Inundaciones	-6	-6	-6	-6	-5	-6	-6	-6	-9	-5	-8	-8	2	-5	-6	-6	0	-370	<b>-985</b>		
		Erosión	2	2	4	3	2	1	1	3	5	6	7	7	1	5	5	4	1	15		-370	
		Árboles	-6	-5	-9	-5	-6	-2	-5	-6	-1	-1	-5	-6				-5	13	-243			
	<b>1. FLORA</b>	Pastos				-2	-5	-2	-6	-6	-5	-6							7	-79			
		Hiervas	-8	-5	-8	-1	-2	-2	-6	-6	-5	-6	-1	-4				-4	13	-170			
		Productos agrícolas	3	4	4	2	2	2	2	6	1	1	1	4				2	3	10		-154	
	<b>2. FAUNA</b>	Aves	4	-5	-8	-4	4	-2	-6	-6	4	-5	-1	-4				-4	2	15		-181	
		Animales terrestres	-4	-2	-6	-2	-2	-2	1	-2	-6	-8	-8	-6	-5	1	-6	-2	-3	2		15	-158
		Vistas panorámicas	2	1	2	1	1	1	1	1	6	4	4	1	4	1	5	1	1	1		13	-150
	<b>3. ESTÉTICOS Y DE SOCIO</b>	Paisaje	-8	-4	-9	-5	-2	-2	-6	-6	-4	-4		-4	1	-2		-2	1	13		-179	
		Seguridad y salud	-9	-4	-9	-5	-2	-2	-6	-6	-4	-4		-4	1	-2		-2	1	13		-92	
			5	2	4	1	1	1	1	6	4	4		1	1	1	1	-2	4	10		-92	
		1		-6	1	1	-1	-5	-6	-5	-5	-6	-6	1	-3			-2				-92	
		1		2	1	1	1	1	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	4	10		-92	
																			46	222		-3899	

Promedios Positivos	2			1	9	5	9	2		2	5	1		8		1	1	
Promedios Negativos	16	14	18	6	0	13	10	17	19	17	14	15	14	4	12		9	14

Promedios aritméticos	-360	-	-	-30	1 9	- 10 7	-33	-	-	-	-	-372	-	-	-	16	-104	164	-	-	3899
-----------------------	------	---	---	-----	--------	--------------	-----	---	---	---	---	------	---	---	---	----	------	-----	---	---	------

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022



De acuerdo, al análisis realizado en la Tabla 7-3, el impacto generado por el sector de las Abras, es -3899 valor negativo, es decir que no es compatible con el ambiente, por lo que se considera que las actividades realizadas, causan efectos no favorables, ni compatibles con el medio ambiente, de tal manera que las características físicas y químicas son las que se ven afectadas y son las principales actividades que generan GEI.

**Tabla 8-3:** Matriz de Impacto Ambiental de la Micro Cuenca Alta del Río Mocha

**MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES  
ASPECTOS QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES**

INSTRUCCIONES	MICROCUECA ALTA DEL RIO MOCHA												EVALUACIONES																												
	A. Modificación del Régimen			B. Transformación del terreno y construcción		C. Explotación de Recursos		D. Procesamiento		E. Tratamientos químicos		F. Otros																													
<p>1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que ponen lugar en el proyecto propuesto</p> <p>2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto</p> <p>3. Una vez completada la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrito con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner ° si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadrito calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente</p>	Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes	Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles	Afectaciones Positivas	Afectaciones Negativas	Promedios aritméticos	Impacto por subcomponente	Impacto del componente																		
																								Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes	Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles
	Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes	Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles																							
																								Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes	Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles
																			Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS																		
	Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes	Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles																							
																								Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes	Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles
																			Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS																		
	Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes	Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles																							
																								Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes	Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles
																			Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS																		
Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes	Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles																								
																		Alteración de la cobertura vegetal del suelo						Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de aseQUIAS	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes	Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles	





C. FACTORES	3. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS	Animales terrestres	-5	-2	-6	-2	-2	-2	1	-4	-6	-7	-7	-6	-5	1	-6	-2	-3	2	1	5	-	1	5	8
		Vistas panorámicas	-8	-4	-9	-5	-2	-2	-6	-6	-4	-4	-4	-4	-4	1	-2	-2	-2	1	3	1	-	1	5	-
		Paisaje	-9	-4	-9	-5	-2	-2	-6	-6	-4	-4	-4	-4	-4	1	-2	-2	-2	1	3	0	-	1	8	1
		Seguridad y salud		-6	1	1		-1	-5	-6	-5	-5	-6	-6	-6	1	-3		-2	2	0	1	-	9	5	-
			2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	40	223						

Promedios Positivos				1	8	5	9	2		2	5	1		5		1	1		40
Promedios Negativos	17	14	18	6	11	13	10	17	19	17	14	15	14	4	11		9	14	223
Promedios aritméticos	-	-	-			-			-	-	-		-				-	-	-3681
	32	16	60			10			55	28	16					-	15		
	2	6	5	-13	-23	2	-28	-143	1	5	6	-348	361	-39	-254	8	127	6	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

Como se observa en la Tabla 8-3 el valor final es -3681 menor al valor de la matriz de impacto Ambiental de las Abras, lo que determina que hay menos impactos negativos en esta zona, sin embargo aun persiste un impacto con efectos adversos al ambiente, la razón por la cual el impacto es menor en esta zona, se debe a la altitud en la que se encuentra, es decir que la frontera agrícola y ganadera, es menos frecuente a comparación con las zonas bajas, aledañas a la población rural, cabe destacar que la ganadería, avanza con gran ímpetu ya que son zonas donde a su alrededor se pudo visualizar pastizales con animales de engorde y productores de leche.

**Tabla 9-3:** Matriz de Impacto Ambiental de Guarguallá

**MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

**ASPECTOS QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES**

INSTRUCCIONES	PÁRAMO DE GUARGUALLA												EVALUACIONES								
	A. Modificación del Régimen				B. Transformación del terreno y construcción		C. Explotación de Recursos		D. Procesamiento		E. Tratamientos químicos	F. Otros									
	Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Introducción de flora o fauna exótica	Quema de bosques	Generación de ruido y vibraciones	Canalización de asequías	Caminos y Senderos	Dragado y enderezamiento de canales	Excavación de superficie	Tala de bosques	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Aplicación de Fertilizantes		Emisiones de gases de combustión por la quema de residuos sólidos	Generación de desechos orgánicos	Generación de desechos sólidos peligrosos	Generación de Empleo	Movimiento de Vehículos	Fugas de combustibles		
<p>1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que ponen lugar en el proyecto propuesto</p> <p>2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto</p> <p>3. Una vez completada la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrito con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner ° si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadrito calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido).</p> <p>4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadrillos alistados con números superiores.</p>																					

		FACTORES																											
																						Afectaciones Positivas	Afectaciones Negativas	Promedios aritméticos	Impacto por subcomponente	Impacto del componente	Impacto del proyecto		
<b>A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y</b>	<b>1. SUELO</b>	Uso del Suelo	-9	-5	-9	-5	4	-5	-5	-6	-9	-9	-8	-9	-8	-6	4	5	-6	3	15	-522	-	1060	-	-	-		
		Fertilidad	5	6	9	4	6	4	4	3	6	4	4	4	8	8	5	5	4	4	2	3						14	-277
		Calidad del Suelo	-6	-6	-9	-1	4	-5	-5	-6	-8	-5	7	-5	-5	5	8	4	4	1	2	-6						5	12
	<b>2. AGUA</b>	Calidad del agua	-9	-2	-9	-2	1	-5	1	-6	-6	-5	5	4	-9	4	-6	-1	-6	4	10	-136	-	-584	-	-	-		
		Contaminación del agua	6	3	6	1	3	6	3	3	3	2	3	3	3	7	1	5	1	2	-6	4						11	-205
			-4	-2	-4		1	1	1	-5	-6	-6	5	-6	-6	-4	-6					-6						3	11



**C. FACTORES  
3. ESTÉTICOS  
Y DE  
INTERÉS**

**3. AIRE**

**1. FLORA**

**2. FAUNA**

Consumo del agua	-5	-5	-8		4	1	4	1	-5	-8	-8	-6				4		-3	5	8	-155				
Caudales	1	5	5		4	1	5	1	5	4	4	5				6		4							
Emission de vapores	-4	-4	-8		4	1	5	1	-6	5	5	-1						-3	6	6	-88				
Ruido	4	4	5		1	1	1	1	5	1	1	1						2							
Erosión	-6	-5	-9		-1	-2	1	-2	-6	-6	-6	-9						-3	1	15	-431	-544			
Árboles	5	5	6		1	1	1	1	6	2	2	7				7	4	5	8	2					
Pastos	-5		-6	-5	1	-2	1	-2	-5	-5	1	-9				-5		-8	3	10	-113				
Hiervas	4		3	1	1	1	1	2	2	2	3	4				1		1							
Productos agrícolas	-6	-6	-6		-6	-5	-6	-6	-6	-9	-5	-8				-8	2	-5	-6	-6	1	15	-370	-370	
Animales terrestres	2	2	4		3	2	1	1	3	5	6	7				7	1	5	5	4					
Vistas panorámicas	-6	-5	-9		-5	-6	-2	-5	-6	-1	-1	-5				-6			-5						
Paisaje	4	5	6		3	2	2	1	6	1	1	4				6			2	13	-243				
	-6	-6	-9		-2	-5	-2	-6	-6	-5	-6														
	4	5	6		3	2	2	2	6	1	1									10	-187	-754			
	-8	-5	-8		-1	-2	-2	-6	-6	-5	-6	-1				-4			-4						
	3	4	4		2	2	2	2	6	1	1	1				1	4		2	13	-170		-109		
	4	-5	-8		-4	4	-2	-6	-6	4	-5								-4						
	1	5	5		2	1	5	2	6	2	1	-1				-1	2	5	3	3	10	-154		3	
	-4	-2	-6	-2	-2	-2	1	-2	-6	-8	-8	-6				-5	1	-6	-2	-3					
	2	1	2	1	1	1	1	1	6	4	4	1				4	1	5	1	1	2	15	-181	-339	
	-5	-2	-6	-2	-2	-2	1	-4	-6	-7	-7	-6				-5	1	-6	-2	-3					
	2	1	2	1	1	1	1	1	3	4	4	2				1	1	5	1	1	2	15	-158		
	-8	-4	-9		-5	-2	-2	-6	-6	-4	-4					-4	1	-2	-2						
	2	2	4		1	1	1	1	6	4	4					1	1	1	1		1	13	-151	-331	-426
	-9	-4	-9		-5	-2	-2	-6	-6	-4	-4					-4	1	-2	-2						
	5	2	4		1	1	1	1	6	4	4					1	1	1	1		1	13	-180		



El impacto generado en la zona de Guargualla mostrado en la Tabla 9-3 es de igual manera negativo con un valor de -4077, por lo que se considera que las actividades generadas son adversas al ambiente, y las cuales contaminan. Por lo que se determina que las actividades realizadas en las zonas altas, como la agricultura, y la ganadería son las menos amigables con el ambiente y su entorno, esto se debe al uso de plaguicidas, fungicidas y fertilizantes químicos.

### 3.4 Análisis de laboratorio

Se utilizó el software SPSS 5.0 para llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados obtenidos de las diferentes matrices. Las pruebas estadísticas realizadas en los datos obtenidos de los análisis de las matrices incluyeron el análisis de varianza ANOVA, esta prueba se utilizó para determinar la diferencia significativa entre las medias de cada punto de muestreo para una variable o tratamiento específico. Además, se realizó la prueba de rango *Post hoc* para identificar subconjuntos homogéneos de medias que no presentaban diferencias significativas.

#### 3.4.1 Resultados de los análisis fisicoquímicos del suelo

Según el Acuerdo Ministerial 097 Anexo 2 del Libro del texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados establece que el rango óptimo de pH para suelos cultivables oscila de 6-8 (MAATE 2015). De la misma manera este acuerdo Ministerial 097 establece que el nivel de conductividad eléctrica del suelo no debe superar los 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , este valor se considera adecuado para el desarrollo de actividades agrícolas y para garantizar la calidad del suelo en áreas residenciales. La conductividad eléctrica del suelo en zonas industriales y comerciales no debe exceder los 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , este valor más alto se justifica por la presencia potencial de contaminantes y actividades industriales que pueden influir en la conductividad del suelo (MAATE 2015).

**Tabla 10-3:** Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de suelo del páramo de Las Abras

Muestra	pH	C.E	Dr	Da	H	Textura
		$\mu\text{S}/\text{cm}$	g/ml	g/ml	%	
A1	7,5487	3,2273	2,2354	1,0251	37,4884	Franco arenoso
A2	6,7850	3,3700	2,2495	1,0437	37,0788	Franco arenoso
A3	6,8150	3,3340	1,6372	0,7937	51,3850	Franco arenoso
A4	7,5667	3,4717	2,0048	0,8552	40,5115	Franco arenoso
A5	6,5320	3,3245	2,2430	0,9868	32,1298	Franco arenoso
A6	6,6427	3,4337	2,2503	0,9638	37,5394	Franco arenoso

<b>A7</b>	6,7033	3,5333	1,7151	0,7353	48,4274	Franco arenoso
<b>A8</b>	6,5473	3,4543	1,8826	0,8513	41,9441	Franco arenoso
<b>F</b>	33,42	2,60	14,42	80,09		
<b>ANOVA</b>	***	NS	***	***		
<b>DMS</b>	0,22	0,18	0,20	0,04		

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

**A**= Páramo de Las Abras, **pH**= Potencial de hidrogeno, **CE**= Conductividad Eléctrica, **Dr**= Densidad real, **Da**= Densidad aparente, **H**= Humedad, **DMS**= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

NS= No existe diferencia significativa

1,2,3,4,5,6,7,8 Números pertenecientes a cada muestra

**Tabla 11-3:** Resultados de análisis fisicoquímico de las muestras de suelo de la Microcuenca Alta del río Mocha

<b>Muestra</b>	<b>pH</b>	<b>C.E</b>	<b>Dr</b>	<b>Da</b>	<b>H</b>	<b>Textura</b>
		$\mu\text{S/cm}$	g/ml	g/ml	%	
<b>P1</b>	6,3067	119,2000	1,2467	0,5167	70,5205	Franco arenoso
<b>P2</b>	6,6667	81,9367	2,1933	1,0300	36,8177	Franco arenoso
<b>P3</b>	6,8300	108,0667	2,1733	1,0333	35,6221	Franco arenoso
<b>P4</b>	6,7333	94,9500	2,1833	0,9367	48,3957	Franco arenoso
<b>P5</b>	6,6900	113,6633	2,0533	0,8767	50,0840	Franco arenoso
<b>P6</b>	6,4433	83,7600	1,5067	0,7733	60,0596	Franco arenoso
<b>P7</b>	6,3833	67,4933	2,0533	0,9233	42,4915	Franco arenoso
<b>P8</b>	6,6267	52,9833	2,3333	1,0400	37,2889	Franco arenoso
<b>F</b>	9,86	2.014,00	241,85	441,86		
<b>ANOVA</b>	***	***	***	***		
<b>DMS</b>	0,18	1,54	0,07	0,03		

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

**P**= Microcuenca Alta del río Mocha, **pH**= Potencial de hidrogeno, **CE**= Conductividad Eléctrica, **Dr**= Densidad real, **Da**= Densidad aparente, **H**= Humedad, **DMS**= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

NS= No existe diferencia significativa

1,2,3,4,5,6,7,8 Números pertenecientes a cada muestra

**Tabla 12-3:** Resultados de análisis fisicoquímico de las muestras de suelo del páramo de Guargualla

Muestra	pH	C.E	Dr	Da	H	Textura
		μS/cm	g/ml	g/ml	%	
<b>PG1</b>	6,3267	111,0000	2,1722	1,1382	33,4728727	Franco arenoso
<b>PG2</b>	6,1200	116,0000	2,1465	1,0748	32,5511035	Franco arenoso
<b>PG3</b>	6,0833	85,4600	2,0445	0,9363	33,0749462	Franco arenoso
<b>PG4</b>	6,1967	101,8933	1,9765	0,9984	32,2895553	Franco arenoso
<b>PG5</b>	5,8800	105,3000	2,0996	1,1146	33,2987796	Franco arenoso
<b>PG6</b>	5,9067	85,5667	2,0230	0,9992	34,5823427	Franco arenoso
<b>PG7</b>	5,7000	73,5267	2,1521	1,0431	34,4169433	Franco arenoso
<b>PG8</b>	5,8267	85,6467	2,0093	0,9443	37,3595986	Franco arenoso
<b>F</b>	15,55	255,25	3,10	85,21		
<b>ANOVA</b>	***	***	*	***		
<b>DMS</b>	0,16	2,82	0,13	0,02		

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

PG= Páramo de Guargualla, pH= Potencial de hidrogeno, CE= Conductividad Eléctrica, Dr= Densidad real, Da= Densidad aparente, H= Humedad, DMS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

\* Diferencia significativa con un 90% de confianza

NS= No existe diferencia significativa

1,2,3,4,5,6,7,8 Números pertenecientes a cada muestra

### 3.4.1.1 pH

Los resultados obtenidos del pH del análisis de las muestras de suelo expuestos en la Tabla 10-3, Tabla 11-3 y Tabla 12-3 muestra un nivel de confianza del 99%. El pH en la zona de estudio fluctúa desde un pH de 5 hasta un pH de 7,5, que de acuerdo con (Soto y Desamparados 2018), indica que son suelos apropiados para los cultivos, debido a la disponibilidad de nutrientes, asimilables para las plantas.

Las muestras tomadas para el análisis de pH y demás parámetros pertenecen a zonas de los páramos, lo cual sus suelos se caracterizan por tener una alta concentración de humus, y materia orgánica; con un pH de 6,5 a 7,5 por lo que son ampliamente utilizados en la agricultura (Soriano 2018).

En la Tabla 10-3, se visualiza que los valores de pH de las muestras de suelo del Páramo de Las Abras cumplen los rangos establecidos en el Acuerdo Ministerial 97; los valores de pH varían desde 6,5320 hasta 7,5667; esto indica que las muestras de suelo, de los 8 puntos de muestreo presentan un pH óptimo para el cultivo, el valor más bajo de pH es 6,5320 en la muestra A5, lo que indica una ligera acidez, sin embargo este valor sigue siendo óptimo para actividades agrícolas, cabe destacar que en esta zona de muestreo, la franja agrícola y ganadera no es desarrollada lo cual puede ser considerada suelo virgen;

por otro lado, el valor más alto de pH es 7,5667 en la muestra A4, lo que indica una ligera alcalinidad, mientras que los valores de pH en las muestras A2, A3, A6, A7 y A8 están dentro del rango de 6,6427 a 6,8150, las cuales son ligeramente ácidas.

En la Tabla 11-3 se visualizan los valores de pH de las muestras de suelo perteneciente a la Microcuenca Alta del Río Mocha; los valores del pH, de las muestras varían desde los 6,3067 hasta 6,8300; según (Llambí, Luis Daniel et al. 2012) el valor promedio del pH en los suelos de páramo se encuentre en el rango de 5 a 7; lo cual indica que estos suelos poseen una buena actividad microbiana, gran disponibilidad de nutrientes para las plantas, descomposición de materia orgánica, etc; lo cual se puede considerar un suelo óptimo para cultivo.

En la Tabla 12-3, se observa que los valores resultantes del análisis de pH de las muestras de suelo del Páramo de Guargualla, toman valores que varían desde los 5,7000 hasta los 6,3267, de acuerdo con (Llambí, Luis Daniel et al. 2012), el pH en los suelos de los páramos en especial de la zona de Chimborazo o aledaña es de 5,3 a 6,3; lo que significa que esta zona aún se considera óptima para el cultivo, debido a la gran cantidad de nutrientes disponibles dentro del suelo. Al analizar estos valores, se observa que todos los puntos muestreados están sobre un pH de 5,5, lo que le hace favorable para el crecimiento de los cultivos y/o plantas de la zona

#### *3.4.1.2 Conductividad Eléctrica (CE)*

En la Tabla 10-3 perteneciente al páramo de las Abras, se obtuvo valores que van en un rango de (3,2273 – 3,533)  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de Conductividad Eléctrica en las muestras de suelo, de acuerdo con lo establecidos por el Acuerdo Ministerial 097, no supera los 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo cual es un valor considerado adecuado para el desarrollo de actividades agrícolas; de acuerdo con (Valero 2018) la C.E. < 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , es apto para un buen desarrollo agrícola, por lo tanto se puede mencionar que es un suelo donde no se encuentran muchas sales disueltas por lo que la producción agrícola se puede desarrollar con normalidad, cabe destacar que en esta zona muestreada y analizada la producción agrícola es aledaña, por lo que si la frontera agrícola avanza a esta zona, los cultivos y productos serán de gran calidad, debido a la calidad de suelo, en este apartado, también se puede mencionar que el pH es otro aliado para el desarrollo de dicha actividad.

En la Tabla 11-3, la C.E. oscila entre los (52,9833 – 119,2)  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , perteneciente a la microcuenca Alta del Río Mocha, por lo que se puede inferir que es apto para cualquier actividad agrícola de la zona, cabe destacar que los análisis, son de una zona alta, es decir que la franja agrícola, no se desarrolla, y en la Tabla 12-3 se aprecia la C.E del páramo de Guargualla, valores que va desde los (85,46 – 116)  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , que en concordancia con lo mencionado por (Bermeo y Correa 2022), no son valores bajos, estas diferencias pueden presentarse por las épocas en que se tomaron las muestras; sin embargo estos valores no superan el LMP, lo cual indica que los niveles de conductividad eléctrica del suelo en estas muestras son aceptables para desarrollarse futuras actividades agrarias.

### 3.4.1.3 *Densidad real*

La densidad real del suelo se define como la relación entre el peso del suelo seco y el volumen de sus partículas. Se clasifica en diferentes categorías en función de su valor, una densidad muy baja se refiere a valores inferiores a 2,4 g/mL, una densidad baja se encuentra en el rango de 2,4 a 2,6 g/mL, una densidad media se sitúa entre 2,60 y 2,80 g/mL, y una densidad alta corresponde a valores superiores a 2,80 g/mL (Castillo 2005).

Los suelos que contienen humus presentan densidades que varían de 1,3 a 1,5 g/mL, los suelos con alto contenido de arcilla tienen densidades que van de 1,2 a 2,6 g/mL, y los suelos que contienen cuarzo tienen densidades que oscilan entre 2,5 y 2,8 g/mL, y, por último, los suelos con presencia de hematinas exhiben densidades que se encuentran en el rango de 4,9 a 5,3 g/mL (Castillo 2005).

En la Tabla 10-3 los valores de Densidad real de las muestras de suelo del Páramo de Las Abras, tiene valores que va desde (1,6372 – 2,2503) g/mL, se puede observar que se encuentra dentro del rango de densidad muy baja, ya que de acuerdo con (Castillo 2005), la densidad muy baja es inferior a 2,4 g/mL; por lo tanto se puede considerar que este suelo posee una gran cantidad de materia orgánica, ya que la densidad real de la materia orgánica se considera de 1,5 g/mL de acuerdo con (Rubio y Sevilla 2010)

En la Tabla 11-3 los valores de Densidad real de las muestras de suelo de la Microcuenca Alta del Río Mocha, se puede observar que las muestras P1 presenta la densidad real más baja de 1,2467 g/ml, mientras que la muestra P8 muestra la densidad real más alta de 2,3333 g/ml, y las muestras P2, P3, P4, P5, P6, P7 oscilan entre 1,5067 g/ml y 2,1933 g/ml; estos valores presentan características similares a la zona de las abras, por lo que se considera que también posee una gran cantidad de materia orgánica por su densidad menor a 2,4 g/mL.

En la Tabla 12-3 los valores de Densidad real de las muestras de suelo del Páramo de Guargualla, se puede observar que las muestras PG4 tiene la densidad real más baja, registrando 1.9765 g/ml, mientras que la muestra PG1 muestra la densidad real más alta de 2,1722 g/mL, y los puntos PG2, PG3, PG5, PG6, PG7 y PG8 presentan valores de densidad real que oscilan entre 2,0093 g/ml y 2,1521 g/ml; por lo tanto los suelos de las tres zonas analizadas poseen una gran cantidad de materia orgánica, por las densidades bajas que me muestran en tablas.

### 3.4.1.4 *Densidad aparente*

Los resultados obtenidos de la Densidad aparente del análisis de las muestras de suelo expuestos en la Tabla 10-3, Tabla 11-3 y Tabla 12-3 muestran una diferencia significativa entre ellas con un nivel de confianza del 99%.

De acuerdo con la investigación titulada "Evaluación de la Calidad de los Suelos de páramo intervenidos y no intervenidos en la Comuna Monjas Bajo, Parroquia Juan Montalvo, Cantón Cayambe", se ha encontrado que los suelos de páramo que no han experimentado intervención humana presentan valores de densidad aparente en el rango de 0,68 a 1,00 g/mL. Por otro lado, en los suelos de páramo

intervenidos, se observa una variación en la densidad aparente que va desde 1,00 hasta 1,32 g/mL (Cárdenas 2015).

En la Tabla 10-3 los valores de Densidad aparente de las muestras de suelo del Páramo de Las Abras, indican que los suelos correspondientes a la muestra A7 tiene la densidad aparente más baja, registrando 0,7353 g/ml, mientras que la muestra A2 y A1 muestra la densidad aparente más alta de 1,0437 g/ml y 1,0437 g/ml respectivamente, por lo que se considera que los suelos de estas muestras han sido intervenidos por actividades antrópicas. Las muestras A3, A4, A5, A6, A7 y A8 presentan valores de densidad aparente que oscilan entre 0,7937 g/ml y 0,9868 g/ml por lo que se considera que las muestras de suelos de páramo no han experimentado intervención humana.

En la Tabla 11-3 los valores de Densidad aparente de las muestras de suelo de la Microcuenca Alta del Río Mocha, los suelos correspondientes a las muestras P1, P4, P5 y P6 y P7 tienen una densidad aparente muy baja ya que sus valores oscilan de 0,5167 g/ml a 0,9367 g/ml para ser considerados suelos de páramo no intervenidos, mientras que las muestras P2, P3 y P8 tienen valores establecido de 1,0300 g/ml a 1,0400 g/ml en suelos de páramos que presentan intervención del ser humano.

En la Tabla 12-3 los valores de Densidad aparente de las muestras de suelo del Páramo de Guargualla, los datos PG3, PG4, PG6 y PG8 cumplen con el rango de densidad aparente para suelos de páramo no intervenidos ya que los rangos oscilan de 0,9363 g/ml a 0,9992 g/ml, mientras que los datos PG1, PG2, PG5 y PG7 cumplen con el rango de densidad aparente para suelos de páramo intervenidos ya que los valores oscilan de 1,0311 g/ml a 1,1382 g/ml;

#### 3.4.1.5 Humedad (relativa)

La humedad del suelo puede variar debido a las condiciones cambiantes del clima. Cuando la humedad del suelo se combina con arcillas alófanas, puede haber deslizamientos debido a problemas en la estabilización del suelo (Caicedo et al. 2021).

El uso de fertilizantes químicos altera la composición del suelo, por lo tanto, el empleo de fertilizantes orgánicos puede contribuir a disminuir la evaporación del agua, lo que implica una mejora en la capacidad de retención de agua del suelo (FAO y MADS 2018).

Según el Estudio del estado actual del Ecosistema Páramo en Tungurahua, se encontró que los suelos cubiertos de pajonal en áreas no intervenidas o con mínima intervención presentan valores de humedad que oscilan entre el 76,930% y el 81,179% (Geoinformática y Sistemas Cia. Ltda 2015).

En la Tabla 10-3, se encuentran los valores de Humedad correspondientes a las muestras de suelo del Páramo de Las Abras. Se observa que los valores registrados en estas muestras varían entre 32,1298% y 51,3850%. Estos valores se encuentran fuera del rango objetivo esperado de 76,930% a 81,179%. Estos resultados sugieren que las muestras de suelo representan zonas que han experimentado intervención, como actividades agrícolas o ganaderas.

En la Tabla 11-3 los valores de Humedad de las muestras de suelo de la Microcuenca Alta del Río Mocha muestran que los de las muestras analizadas varían entre 35,6221% y 70,5205%, lo que indica



que estos suelos pueden haber experimentado alguna forma de intervención o alteración que ha afectado su contenido de humedad.

En la Tabla 12-3 los valores de Materia orgánica de las muestras de suelo del Páramo de Guargualla, igualmente que en los casos anteriores los valores registrados en las muestras varían entre 32,2895% y 37,3595%, esto indica que estos suelos pueden haber experimentado alguna forma de intervención o alteración que ha afectado su contenido de humedad.

### 3.4.1.6 Textura

En la Tabla 10-3, Tabla 11-3 y Tabla 12-3 se observa que todas las muestras de suelo analizadas presentan una textura de tipo Franco arenoso, los cuales tienen un porcentaje de 65% arena, 25% limo y 10% arcilla (Ciancaglini 2015), según el “Manual para el Desarrollo de Programas de pago/compensación por Servicios Ambientales” establece que los suelos de páramo, debido a su origen volcánico, tienden a tener una textura franco-arenosa (Cordero, Moreno y Kosmus 2008). En general, los suelos de páramo presentan una textura gruesa, lo cual concuerda con la clasificación estructural de los suelos en las tres zonas de estudio, validando los resultados obtenidos (Llambi, Luis et al. 2012).

Los suelos arenosos presentan una adecuada circulación de aire, son de fácil manejo en términos de labranza, sin embargo, carecen de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Además, poseen una baja capacidad de retención de agua debido a su tendencia a secarse rápidamente, y son altamente permeables (Cunalata y Inga 2012).

### 3.4.2 Resultados de análisis químicos del suelo

**Tabla 13-3:** Resultados de análisis químicos de muestras de suelos del Páramo de Las Abras

Muestra	MO	C.I.C	C/oxidable	NTK
	%	(meq/100g)	%	%
A1	11,5433	40,0800	5,1111	0,0205
A2	9,2740	32,4600	4,3309	0,0103
A3	13,1158	42,0333	5,5931	0,0411
A4	12,2806	34,0500	5,8320	0,0376
A5	8,3015	30,2667	4,0444	0,0205
A6	8,8839	31,2500	3,9418	0,0068
A7	15,1524	39,0733	6,6737	0,0068
A8	11,2659	30,7700	4,4285	0,0137
F	225,25	237,96	294,95	
ANOVA	***	***	***	
DMS	0,47	0,91	0,19	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

A= Páramo de Las Abras, MO= Materia Orgánica, C.I.C= Capacidad de Intercambio Cationico C/oxidable= Carbono oxidable volumetría, NTK= Nitrogeno Total Kjeldahl, DMS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza  
1,2,3,4,5,6,7,8 Números pertenecientes a cada muestra

**Tabla 14-3:** Resultados de análisis químicos de muestras de suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha

Muestra	MO	C.I.C	C/oxidable	NTK
	%	(meq/100g)	%	%
P1	31,3567	67,7233	10,2274	0,0787
P2	9,1400	39,9433	3,6281	0,0513
P3	8,5633	28,9133	3,8835	0,0308
P4	10,4800	30,7067	4,7526	0,0616
P5	15,8567	35,5800	5,8709	0,0336
P6	22,4433	41,4833	8,1978	0,0581
P7	12,5133	31,7400	5,2310	0,0274
P8	9,2600	29,3967	4,1355	0,0171
F	2.368,70	2.941,95	1.113,28	
ANOVA	***	***	***	
DMS	0,50	0,71	0,23	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

P= Microcuenca Alta del Río Mocha, MO= Materia Orgánica, C.I.C= Capacidad de Intercambio Cationico C/oxidable= Carbono oxidable volumetría, NTK= Nitrógeno Total Kjeldahl, DMS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

1,2,3,4,5,6,7,8 Números pertenecientes a cada muestra

**Tabla 15-3:** Resultados de análisis químicos de muestras de suelos del Páramo de Guargualla

Muestra	MO	C.I.C	C/oxidable	NTK
	%	(meq/100g)	%	%
PG1	7,7818	24,4833	3,7323	0,0513
PG2	8,2391	25,6333	3,7285	0,0889
PG3	9,5049	24,8600	4,2760	0,0308
PG4	7,9183	25,4567	3,6326	0,0342
PG5	9,5689	24,0233	3,8359	0,2223
PG6	9,2646	29,3800	5,2163	0,0239
PG7	7,2932	24,8233	4,6002	0,0103
PG8	6,9223	24,9233	6,4467	0,2429
F	107,03	122,64	93,52	
ANOVA	***	***	***	
DMS	0,30	0,45	0,33	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

PG= Páramo de Guargualla, MO= Materia Orgánica, C.I.C= Capacidad de Intercambio Cationico C/oxidable= Carbono oxidable volumetría, NTK= Nitrógeno Total Kjeldahl, DMS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

1,2,3,4,5,6,7,8 Números pertenecientes a cada muestra

Se utilizó el software SPSS 5.0 para llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados obtenidos de las diferentes matrices. Las pruebas estadísticas realizadas en los datos obtenidos de los análisis de las matrices incluyeron el análisis de varianza ANOVA, esta prueba se utilizó para determinar si existía una diferencia significativa entre las medias de cada punto de muestreo para una variable o tratamiento

específico. Además, se realizó la prueba de rango Post hoc para identificar subconjuntos homogéneos de medias que no presentaban diferencias significativas entre sí. En la Tabla 13-3, Tabla 14-3 y Tabla 15-3 se muestran los resultados de los análisis químicos de las muestras suelos desarrollados en los laboratorios del GAIBAQ.

#### 3.4.2.1 *Materia Orgánica*

Los resultados obtenidos de la Densidad aparente del análisis de las muestras de suelo expuestos en la Tabla 13-3, Tabla 14-3 y Tabla 15-3 muestran una diferencia significativa entre ellas con un nivel de confianza del 99%.

La cantidad de materia orgánica en los páramos varía en función de su altitud. A medida que la altitud aumenta, se observa una disminución en la presencia de materia orgánica y un aumento en la proporción de arena en el suelo. Esto tiene como consecuencia una baja retención de agua en el suelo, lo que a su vez resulta en suelos infértiles. Por otro lado, los páramos ubicados a altitudes medias exhiben una mayor capacidad de retención de agua en comparación (Llambí, Luis et al. 2012).

Existe una clasificación del suelo basada en el tipo de clima, donde se observan diferencias en los niveles de materia orgánica (MO). En climas fríos, los suelos con porcentajes de materia orgánica inferiores a 5% se consideran "Bajo", aquellos con porcentajes entre 5% a 10% se clasifican como "Medio", y los suelos con porcentajes superiores a 10% se consideran "Alto" (Cárdenas 2015).

En áreas semihúmedas, el suelo con cobertura de pajonal en terrenos con pendientes suaves contiene un nivel elevado de materia orgánica, con un promedio de aproximadamente el 17%. Por otro lado, en las áreas con presencia de almohadillas en las mismas zonas semihúmedas, se encuentran niveles aún más altos de materia orgánica, con un promedio de alrededor del 28%. Estas diferencias en los contenidos de materia orgánica reflejan las características particulares de cada tipo de cobertura y su influencia en la composición y fertilidad del suelo en las respectivas áreas (Geoinformática y Sistemas Cia. Ltda 2015).

En la Tabla 13-3, se pueden observar los valores de materia orgánica de las muestras de suelo del Páramo de Las Abras, las muestras de suelo A1, A3, A4, A7 y A8 tienen porcentajes que oscilan de 11,2659% a 15,1524% por lo que se consideran valores superiores al 10%, lo que indica que presentan un contenido de materia orgánica "Alta". Por otro lado, las muestras A2, A5 y A6 se encuentran en el rango de 8,3015% a 9,2740% lo cual se encuentra dentro del rango de 5% a 10%, lo cual establece que tienen un porcentaje de materia orgánica "Media".

En la Tabla 14-3 los valores de Materia orgánica de las muestras de suelo de la Microcuenca Alta del Río Mocha, las muestras P1, P4, P5, P6 y P7 presenta un porcentaje de materia orgánica que oscila de 40,4800% a 31,3567% lo cual son valores superiores al 10%, lo cual se considera un nivel alto de materia orgánica en el suelo; mientras que las muestras P2, P3 y P8 se encuentran valores de 8,5633% a 9,2600% los cuales se encuentran dentro del rango de 5% a 10% de materia orgánica, lo cual se clasifica como un nivel medio de materia orgánica en el suelo.

En la Tabla 15-3 los valores de Materia orgánica de las muestras de suelo del Páramo de Guargualla, se observa que las muestras PG1, PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG7 y PG8 presentan valores que oscilan de 6,9223% a 9,5049% lo cual se encuentra en el rango de 5% a 10% de materia orgánica, lo cual indica un nivel medio de materia orgánica en el suelo.

#### 3.4.2.2 *Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C)*

Los resultados obtenidos de la Capacidad de Intercambio Catiónico del análisis de las muestras de suelo expuestos en la Tabla 13-3, Tabla 14-3 y Tabla 15-3 muestran una diferencia significativa entre ellas con un nivel de confianza del 99%.

De acuerdo con Llambí et al. (2012). en el Proyecto Páramo Andino el páramo que tiene como principal vegetación el pajonal tiene un valor de Capacidad de Intercambio Cationico de 55 meq/100g; mientras que suelos que tienen vegetación de almhadillas cuentan con un valor de 25 meq/100g y se consideran suelos que no son páramos con valores de 27 meq/100g.

En la Tabla 13-3, se puede observar que los valores de C.I.C de las muestras A1 y A8 del suelo del Páramo de las Abras no cumplen con el valor de 55 meq/100g asociado al páramo de pajonal. Los valores de C.I.C de las muestras oscilan entre 30,2667 meq/100g y 42,0333 meq/100g, lo que indica que ninguno de los suelos analizados tiene una capacidad de intercambio cationico similar al del páramo de pajonal. Además, estos valores son considerablemente menores que el valor de 55 meq/100g, lo que sugiere que los suelos analizados no poseen la misma capacidad de retención de nutrientes que caracteriza al páramo de pajonal.

En la Tabla 14-3 correspondiente al suelo de la Microcuenca Alta del Río Mocha, se puede visualizar que la muestra P1 tiene un valor de C.I.C de 67,7233 meq/100g, lo que indica que su capacidad de intercambio cationico es mayor que la del páramo de pajonal. Sin embargo, las muestras P2 a P8 presentan valores de C.I.C que oscilan entre 28,9133 meq/100g y 41,4833 meq/100g, los cuales están dentro del rango esperado para el páramo de pajonal. Estos valores son superiores al valor de 25 meq/100g asociado a los suelos con vegetación de almohadillas.

La Tabla 15-3 muestra los valores obtenidos del suelo del Páramo de Guargualla, donde se obtuvo que las muestras PG1 a PG8, podemos observar que todos ellos cumplen con el valor de 25 meq/100g asociado a los suelos con vegetación de almohadillas. Estos valores se encuentran dentro del rango esperado y son consistentes con los suelos que tienen esta vegetación. Sin embargo, ninguno de los valores de C.I.C de las muestras alcanza el valor de 55 meq/100g asociado al páramo de pajonal. Los valores de C.I.C de las muestras PG1 a PG8 oscilan entre 24,0233 meq/100g y 29,3800 meq/100g, lo que indica que estos suelos no tienen la misma capacidad de retención de nutrientes que se encuentra en el páramo de pajonal.

### 3.4.2.3 *Carbono Oxidable*

Los resultados obtenidos de porcentaje de Carbono Oxidable del análisis de las muestras de suelo expuestos en la Tabla 13-3, Tabla 14-3 y Tabla 15-3 muestran una diferencia significativa entre ellas con un nivel de confianza del 99%.

Los parámetros de carbono oxidable en suelos de páramos se refieren a la cantidad de carbono orgánico presente en el suelo que es fácilmente oxidable. Estos parámetros son importantes para evaluar la calidad y la fertilidad de los suelos de páramos, ya que el carbono orgánico descompuesto influye en la retención de nutrientes, la estructura del suelo y la actividad biológica (Pérez 2013).

El estudio de caso “Aporte a la construcción de plan de manejo comunitario para el recurso suelo, sometido al cultivo de papa. Caso estudio vereda páramo alto, municipio de Cogua, Cundinamarca” especifica que el resultado del Carbono Orgánico Oxidable es de 19,1%, teniendo un promedio de 10% en zonas donde se realiza el cultivo de papa y en zonas que no están intervenidas; concluyendo que las actividades antrópicas en la zona no han tenido un impacto significativo en el suelo, lo que destaca la notable capacidad de resiliencia de estos ecosistemas (Gaona y Prada 2019).

En la Tabla 13-3 se muestran los resultados de los análisis de laboratorio de Carbono Oxidable del Páramo de Las Abras, los valores resultantes oscilan de 3,9418 % a 6,6737 % es decir son menores al 10%, por lo cual se considera que la zona ha sido intervenida por actividades como ganadería y agricultura no controladas.

En la Tabla 14-3 se muestran los resultados de los análisis de laboratorio de Carbono Oxidable de la Microcuenca Alta del río Mocha, las muestras P1 presenta un valor aproximado de 10%, por lo que se considera que es una zona donde se realiza agricultura controlada y se puede considerar que es una zona muy poco intervenida, mientras que las muestras P2, P3, P4, P5, P6, P7 y P8 presentan valores que oscilan de 3,6281 % a 8,1978 % es decir valores inferiores a 10% , por lo que se considera que son puntos en los cuales existe gran presencia de actividades antropogénicas.

En la Tabla 15-3 se muestran los resultados de los análisis de laboratorio de Carbono Oxidable del Páramo de Guargualla, los valores oscilan entre 3,6326% en la muestra PG4, como el valor mínimo, y 6,4467% en la muestra PG8, como el valor máximo. Todos estos valores se sitúan por debajo del 10%. Estos hallazgos indican que la zona ha experimentado una alta intervención debido a actividades humanas.

### 3.4.2.4 *Nitrógeno Total Kjeldahl*

Según la investigación titulada " Cuantificación de Carbono total almacenado en Suelos de Páramos en las Comunidades Shobol-Chimborazo, San Juan Chimborazo" los niveles de nitrógeno total en los suelos del páramo de Chimborazo varían entre 0,573% y 0,578%, mientras que en las muestras de suelo del páramo de Shobol Llin se registran valores de 0,623% a 0,651%. Se observa que en las áreas de menor altitud hay una disminución en las concentraciones de este componente, mientras que en las áreas

de mayor altitud dentro del estudio se observa un incremento gradual en los niveles de nitrógeno (Cunalata y Inga 2012).

En las Tabla 13-3, Tabla 14-3 y Tabla 15-3 se presentan los resultados de los análisis de laboratorio del contenido de Nitrógeno Total Kjeldahl en el Páramo de Las Abras, Microcuenca Alta del río Mocha y Páramo de Guargualla, respectivamente. Los valores reportados son inferiores a 0.2429%, lo cual puede ser atribuido a varios factores. Uno de ellos puede ser la altitud en la que se tomaron las muestras, ya que las concentraciones de nitrógeno tienden a disminuir a medida que aumenta la altitud. Además, la acción del agua de lluvia o el riego excesivo puede ocasionar la lixiviación del nitrógeno presente en el suelo, lo que resulta en una disminución de su concentración. Asimismo, la descomposición de la materia orgánica en el suelo por parte de los microorganismos puede contribuir al consumo de nitrógeno, lo cual también puede llevar a una disminución en los niveles observados. Otra posible causa es la presencia de prácticas agrícolas no controladas, donde las plantas utilizan el nitrógeno del suelo para su crecimiento y desarrollo, agotando así los niveles disponibles. Por último, la volatilización del nitrógeno en forma de amoníaco gaseoso también puede contribuir a su pérdida.

### 3.4.3 Resultados metales pesados de muestras del suelo

**Tabla 16-3:** Resultados de metales pesados de muestras de suelos del Páramo de Las Abras

Muestra	Cd	Ni	Pb	Hg	Cr	As
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
A1	0,2424	12,2380	<4	<0,05	22,6782	<0,1250
A2	0,2519	25,9323	<4	<0,05	25,8987	0,0135
A3	0,2082	9,4558	<4	<0,05	20,4348	0,0145
A4	0,2383	6,9993	<4	<0,05	15,9584	0,0055
A5	0,2371	18,2892	<4	<0,05	25,6845	<0,1250
A6	0,2387	16,0431	<4	<0,05	22,7807	<0,1250
A7	0,2346	6,8717	<4	<0,05	12,3022	<0,1250
A8	0,2181	8,3604	<4	<0,05	23,8301	<0,1250
F	3,73	843,14				
ANOVA	*	***				
DMS	0,02	0,69				

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

A= Páramo de Las Abras, Cd= Cadmio, Ni= Niquel, Pb= Plomo, Hg= Mercurio, Cr= Cromo, As= Arsénico,

DMS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

\* Diferencia significativa con un 90% de confianza

**Tabla 17-3:** Resultados de metales pesados de muestras de suelos de la Microcuenca Alta del río Mocha

Muestra	Cd	Ni	Pb	Hg	Cr	As
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
P1	0,2158	4,2528	<4	<0,05	17,0166	<0,1250
P2	0,1991	4,8965	<4	<0,05	19,4268	<0,1250
P3	0,2191	11,1687	<4	<0,05	17,7527	<0,1250

<b>P4</b>	0,2424	4,7722	<4	<0,05	22,5496	<0,1250
<b>P5</b>	0,2249	6,5725	<4	<0,05	23,5457	<0,1250
<b>P6</b>	0,2316	5,4560	<4	<0,05	19,2042	<0,1250
<b>P7</b>	0,2158	5,8904	<4	<0,05	19,1908	<0,1250
<b>P8</b>	0,1807	5,2572	<4	<0,05	19,3482	<0,1250
<b>F</b>	9,12	439,18				
<b>ANOVA</b>	***	***				
<b>DMS</b>	0,02	0,31				

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

**P=** Microcuenca Alta del río Mocha, **Cd=** Cadmio, **Ni=** Niquel, **Pb=** Plomo, **Hg=** Mercurio,

**Cr=** Cromo, **As=** Arsénico, **DMS=** Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

\* Diferencia significativa con un 90% de confianza

**Tabla 18-3:** Resultados de metales pesados de muestras de suelos del Páramo de Guargualla

<b>Muestra</b>	<b>Cd</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Hg</b>	<b>Cr</b>	<b>As</b>
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
<b>PG1</b>	0,2190	6,2279	<4	<0,05	12,2521	<0,1250
<b>PG2</b>	0,2174	6,5838	<4	<0,05	14,8166	<0,1250
<b>PG3</b>	0,2016	4,4516	<4	<0,05	16,1360	<0,1250
<b>PG4</b>	0,2166	5,0742	<4	<0,05	17,9928	<0,1250
<b>PG5</b>	0,1933	5,4680	<4	<0,05	14,7391	<0,1250
<b>PG6</b>	0,2375	8,9302	<4	<0,05	13,5968	<0,1250
<b>PG7</b>	0,1958	6,5295	<4	<0,05	10,4995	<0,1250
<b>PG8</b>	0,2066	3,4211	<4	<0,05	14,5089	<0,1250
<b>F</b>	4,28	60,81				
<b>ANOVA</b>	**	***				
<b>DMS</b>	0,02	0,64				

**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022

**PG=** Páramo de Guargualla, **Cd=** Cadmio, **Ni=** Niquel, **Pb=** Plomo, **Hg=** Mercurio, **Cr=** Cromo,

**As=** Arsénico, **DMS=** Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

\*\* Diferencia significativa con un 95% de confianza

Se utilizó el software SPSS 5.0 para llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados obtenidos de las diferentes matrices. Las pruebas estadísticas realizadas en los datos obtenidos de los análisis de las matrices incluyeron el análisis de varianza ANOVA, esta prueba se utilizó para determinar si existía una diferencia significativa entre las medias de cada punto de muestreo para una variable o tratamiento específico. Además, se realizó la prueba de rango Post hoc para identificar subconjuntos homogéneos de medias que no presentaban diferencias significativas entre sí. En la c se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de las muestras suelos desarrollados en los laboratorios del GAIBAQ.

### 3.4.3.1 Cadmio

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097, se han definido límites máximos de concentración de cadmio en el suelo para diferentes tipos de áreas. En suelos intervenidos, el nivel de cadmio no debe superar los 2 ppm, lo cual se considera adecuado para permitir el desarrollo de actividades agrícolas en

estas áreas. Para zonas residenciales, el límite establecido es de 4 ppm, con el objetivo de garantizar la calidad y seguridad del suelo en entornos habitacionales. En cambio, en zonas industriales y comerciales, donde puede haber una mayor presencia de actividades y fuentes de contaminación, se establece un límite más estricto, la concentración de cadmio en el suelo no debe exceder los 10 ppm en estas áreas, con el fin de minimizar los posibles riesgos asociados a la presencia de este metal pesado. En suelos no intervenidos, donde se busca preservar la calidad natural del suelo, el límite establecido para la concentración de cadmio es aún más bajo, de 0,5 ppm, esto se debe a que en suelos no intervenidos se espera encontrar niveles bajos de contaminantes y se busca mantener la integridad y la funcionalidad natural del ecosistema (MAATE 2015).

En la **Tabla** Tabla 16-3, se observa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%, esto indica que existe una variabilidad significativa entre los grupos de datos analizados, y es probable que las diferencias observadas no sean el resultado de la casualidad, sino que sean estadísticamente significativas. En la Tabla 17-3, se observa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 99%, esto sugiere que las diferencias encontradas entre los grupos de datos son aún más pronunciadas y altamente confiables. En la Tabla 18-3, se observa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%, esto indica que las diferencias entre los grupos de datos son estadísticamente significativas.

La Tabla 16-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de Cadmio en los suelos del Páramo de Las Abras, según los datos presentados en la muestra de suelo (A1 a A8), los niveles de cadmio se encuentran por debajo del límite óptimo establecido para suelos no intervenidos, que es de 0,5 ppm. Esto indica que los niveles de cadmio en estas muestras cumplen con los niveles óptimos para suelos no intervenidos.

En la Tabla 17-3 se muestran los resultados del análisis de la concentración de Cadmio en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha, de acuerdo con los datos proporcionados en la muestra de suelo (P1 a P8), los niveles de cadmio se encuentran por debajo del límite óptimo establecido para suelos no intervenidos, que es de 0,5 ppm. Esto indica que los niveles de cadmio en estas muestras cumplen con los niveles óptimos para suelos no intervenidos.

En la Tabla 18-3 se han registrado los resultados del análisis de la concentración de Cadmio en los suelos de la zona del Páramo de Guargualla, según los datos proporcionados en la muestra de suelo (PG1 a PG8), los niveles de cadmio se encuentran por debajo del límite óptimo establecido para suelos no intervenidos, que es de 0,5 ppm. Esto indica que los niveles de cadmio en estas muestras cumplen con los niveles óptimos para suelos no intervenidos.

El cadmio es un metal pesado tóxico que puede acumularse en el suelo y representar un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Los resultados obtenidos indican que el suelo en las áreas muestreadas no presenta niveles preocupantes de contaminación por cadmio y cumple con los estándares establecidos para suelos no intervenidos. Esto es un indicio positivo de la calidad del suelo en esas zonas y la adecuada gestión ambiental con respecto al control de este metal.



### 3.4.3.2 *Níquel*

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097, en el caso de áreas residenciales y comerciales, el límite máximo permitido de Níquel es de 100 ppm, este valor se considera apropiado para garantizar un entorno seguro y adecuado para el desarrollo de actividades humanas en esas áreas. En contraste, en zonas industriales y agrícolas donde las actividades pueden generar un mayor riesgo de contaminación, se establece un límite más estricto de 50 ppm para la concentración de Níquel en el suelo. Esto se debe a la posible presencia de fuentes de contaminación y actividades que pueden aumentar la concentración de Níquel en el suelo y representar un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. En suelos no intervenidos, es decir, aquellos que no han experimentado ninguna actividad humana significativa, el límite de Níquel es aún más bajo, no pudiendo superar los 19 ppm. Esto se debe a que los suelos no intervenidos generalmente presentan niveles naturales bajos de Níquel, y cualquier concentración por encima de este límite puede indicar una posible contaminación o alteración del entorno natural (MAATE 2015).

En las Tabla 16-3, Tabla 17-3 y Tabla 18-3 se ha observado una diferencia significativa en los datos analizados, con un nivel de confianza del 99%. Esta conclusión implica que existe una alta certeza estadística de que las diferencias observadas en los datos no se deben al azar, sino que son resultado de una variación real en las concentraciones o valores medidos.

La Tabla 16-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de Níquel en los suelos del Páramo de Las Abras, según los datos proporcionados en la muestra de suelo A1, A3, A4, A5, A6, A7 y A8 los niveles de Níquel se encuentran por debajo de los límites óptimos establecidos para suelos no intervenidos (19 ppm), mientras que para el A2 se considera que supera el límite óptimo para ser considerado un suelo no intervenido, lo que sugiere una posible intervención de actividades agrícolas.

En la Tabla 17-3 se muestran los resultados del análisis de la concentración de Níquel en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha, según los datos proporcionados en la muestra de suelo del P1 al P8 se encuentran los niveles de Níquel por debajo de los límites óptimos establecidos para suelos no intervenidos, que generalmente son de 19 ppm, esto indica que todas las muestras de suelo cumplen con los niveles óptimos de Níquel para suelos no intervenidos.

En la Tabla 18-3 se han registrado los resultados del análisis de la concentración de Níquel en los suelos de la zona del Páramo de Guargualla, según los datos proporcionados en la muestra de suelo PG1 a PG8 los niveles de Níquel se encuentran por debajo de los límites óptimos establecidos (19 ppm) para suelos no intervenidos, esto indica que todas las muestras de suelo cumplen con los niveles óptimos de Níquel para suelos no intervenidos.

Estos resultados respaldan la idea de que los suelos de los páramos de las zonas analizadas mantienen niveles óptimos de Níquel, lo cual es importante para preservar la calidad del suelo y garantizar un entorno adecuado para actividades agrícolas y otros usos.

#### 3.4.3.3 *Plomo*

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097, existen diferentes límites máximos de concentración de Plomo en el suelo, dependiendo del tipo de área o actividad. Para áreas residenciales, el límite máximo es de 140 ppm, lo cual se considera apropiado para garantizar un ambiente seguro para la población que vive en esas zonas. En áreas comerciales e industriales, el límite máximo es de 150 ppm, debido a que estas áreas pueden estar expuestas a una mayor actividad y potencial contaminación por Plomo. Para zonas agrícolas, donde se realizan actividades agrícolas, el límite máximo es de 60 ppm, ya que se busca proteger la calidad de los suelos utilizados para la producción de alimentos. Por otro lado, para suelos no intervenidos, es decir, aquellos que no han sido sometidos a actividades humanas significativas, el límite máximo de Plomo es más bajo y no debe exceder los 19 ppm. Esto se debe a que los suelos no intervenidos se consideran en un estado natural y saludable, y se busca mantener niveles bajos de Plomo para preservar su calidad y evitar posibles riesgos para el medio ambiente y la salud humana (MAATE 2015).

En las Tabla 16-3, Tabla 17-3 y Tabla 18-3 se registraron valores de Plomo inferiores a 4 ppm en las muestras de suelo analizadas. Estos valores se encuentran por debajo del límite máximo permitido para suelos no intervenidos, que generalmente es de 19 ppm. Por lo tanto, se puede concluir que los niveles de Plomo en estas muestras cumplen con los estándares establecidos para suelos no intervenidos.

#### 3.4.3.4 *Mercurio*

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097, se han establecido diferentes límites máximos de concentración de Mercurio en el suelo para diferentes tipos de áreas. Para áreas residenciales, el límite máximo es de 1 ppm (partes por millón), para áreas comerciales e industriales es de 10 ppm, y para zonas agrícolas es de 0,8 ppm. En el caso de suelos no intervenidos, el límite máximo de Mercurio es aún más estricto y no puede superar los 0,1 ppm; el Mercurio es un metal pesado altamente tóxico que puede tener efectos negativos en la salud humana y en los ecosistemas. La exposición a altos niveles de Mercurio puede causar daños neurológicos, renales y otros problemas de salud (MAATE 2015).

En las Tabla 16-3, Tabla 17-3 y Tabla 18-3, se han registrado valores de Mercurio inferiores a 0,5 ppm en las muestras de suelo analizadas. Esto indica que los niveles de Mercurio en estas muestras cumplen con el límite máximo establecido para suelos no intervenidos, que es de 0,1 ppm. Estos resultados indican que las áreas representadas en las muestras de suelo analizadas están dentro de los niveles óptimos de Mercurio para suelos no intervenidos.

#### 3.4.3.5 *Cromo*

Según lo indicado en el Acuerdo Ministerial 097, se establecen los límites máximos de Cromo en el suelo de acuerdo con las distintas zonas de uso. Para áreas residenciales, se establece un límite máximo de 64 ppm, mientras que para áreas comerciales e industriales se establece en 87 ppm. En el caso de las

zonas agrícolas, el límite máximo permitido es de 65 ppm. Por otro lado, en suelos no intervenidos, se establece que el nivel de Cromo no puede exceder los 54 ppm (MAATE 2015).

En la Tabla 16-3, Tabla 17-3 y Tabla 18-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de Cromo en las zonas de estudio, los niveles de Cromo se encuentran por debajo del límite máximo permitido de 54 ppm. Por lo tanto, no se detecta una concentración preocupante de cromo en el suelo, lo que sugiere que no hay riesgo significativo para el medio ambiente.

Los datos indican que no se detecta una concentración preocupante de cromo en el suelo en estas ubicaciones, lo que sugiere que no hay un riesgo significativo de contaminación por cromo en suelos no intervenidos en estos puntos de muestreo.

### 3.4.3.6 Arsénico

Según lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 097, se establecen los límites máximos de concentración de Arsénico en el suelo para diferentes áreas. Tanto para áreas residenciales, comerciales, industriales y agrícolas, el límite máximo permitido de Arsénico en el suelo es de 12 ppm. Este valor se aplica de manera uniforme en todas estas categorías. Además, el límite de Arsénico en el suelo no intervenido también es de 12 ppm, lo que implica que incluso en áreas no alteradas o sin intervención humana, el nivel de Arsénico no debe superar este límite establecido (MAATE 2015).

En la Tabla 16-3, Tabla 17-3 y Tabla 18-3 los niveles de arsénico en las zonas de estudio están por debajo del límite máximo permitido de 12 ppm. Esto indica que la concentración de arsénico en el suelo de estas ubicaciones no representa un riesgo significativo para el medio ambiente en términos de contaminación por arsénico.

### 3.4.4 Resultados macronutrientes de muestras del suelo

**Tabla 19-3:** Resultados de macronutrientes de muestras de suelos del Páramo de Las Abras

Muestra	Ca	P	K
	ppm	Ppm	ppm
A1	26,4228	80,1037	672,4826
A2	53,9540	158,0378	697,4798
A3	234,1696	274,9391	713,6788
A4	210,7127	235,3435	702,7436
A5	61,9227	182,5494	637,3207
A6	73,1171	193,8624	972,8793
A7	100,0379	198,2619	810,1512
A8	58,4670	53,7066	672,0075
F	56.280,73	3.377,24	242.574,95
ANOVA	***	***	***
DMS	0,97	3,83	0,66

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

A= Páramo de Las Abras, Ca= Calcio, P= Fosforo, K= Potasio,

DMS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

**Tabla 20-3:** Resultados de macronutrientes de muestras de suelos de la Microcuenca Alta del río Mocha

Muestra	Ca	P	K
	ppm	Ppm	ppm
P1	933,7876	597,3603	210,5167
P2	13,5034	133,5263	138,8324
P3	63,8918	185,6919	118,6673
P4	96,5758	283,7381	108,3997
P5	116,8333	765,7987	204,4572
P6	166,5195	450,9195	129,8895
P7	227,6757	290,6516	137,9451
P8	11,3274	145,4678	64,7113
F	1.639.193,78	18.654,16	43.332,75
ANOVA	***	***	***
DMS	0,71	5,03	0,70

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

P= Microcuenca Alta del río Mocha, Ca= Calcio, P= Fosforo, K= Potasio,

DMS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

**Tabla 21-3** Resultados de macronutrientes de muestras de suelos del Páramo de Guargualla

Muestra	Ca	P	K
	ppm	Ppm	ppm
PG1	120,8360	403,7819	865,3094
PG2	336,6197	418,8659	940,4262
PG3	220,3155	269,2826	792,9460
PG4	109,4888	293,1656	670,5717
PG5	241,4394	257,3411	139,0866
PG6	436,4564	148,6103	187,5146
PG7	134,7773	257,9696	586,7826
PG8	327,8579	361,0438	542,4679
F	46.483,69	2.898,83	1.091.373,09
ANOVA	***	***	***
DMS	1,65	4,99	0,85

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

PG= Páramo de Guargualla, Ca= Calcio, P= Fosforo, K= Potasio,

DMS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

#### 3.4.4.1 Calcio

Dentro de la Legislación Ambiental secundaria de Ecuador, no se establecen límites permitidos máximos en relación con los parámetros de calcio (Ca), en los "Criterios de Calidad de suelo". Por lo tanto, no se realiza una evaluación de la calidad del suelo basada en estos parámetros según la Normativa Ambiental (MAATE 2015).

El Índice SAR es un parámetro utilizado para evaluar la calidad del agua de riego en términos de su contenido de sodio y su potencial para causar problemas de exceso en el suelo. Este índice indica la proporción relativa del sodio en comparación con el calcio y el magnesio, que son cationes divalentes que compiten con el sodio por los sitios de intercambio en el suelo (CONSULSUA CIA. LTDA. 2014).

El límite máximo permisible según el SAR es 15,6 ppm. No obstante, es importante tener en cuenta que este valor se establece como referencia para el cultivo de cualquier tipo de planta, pero se ha observado que, a partir de un valor de 39,1 ppm, el suelo comienza a perder sus propiedades (CONSULSUA CIA. LTDA. 2014).

Los resultados obtenidos en relación con el análisis del calcio de las muestras de suelo expuestos en la Tabla 19-3, Tabla 20-3 y Tabla 21-3 muestran una diferencia significativa entre ellas con un nivel de confianza del 99%. Esto implica que las concentraciones de calcio en los diferentes puntos de muestreo son significativamente distintas y es poco probable que estas diferencias se deban al azar. Estos resultados destacan la variabilidad en los niveles de calcio en los suelos analizados y sugieren la influencia de diversos factores en su distribución y disponibilidad.

La Tabla 19-3 presenta los resultados del análisis de la concentración de Calcio en el Páramo de Las Abras, se observa que la muestra A1 muestra un valor inferior a 39,1 ppm, lo que indica que el suelo no ha sido intervenido de manera significativa. Por otro lado, las muestras A2, A3, A4, A5, A6, A7 y A8 superan el límite de 39,1 ppm, lo cual sugiere que el suelo está empezando a perder sus propiedades. En la Tabla 20-3 se muestran los resultados del análisis de Calcio en la Microcuenca Alta del Río Mocha, la muestra P2 y el P8 cumplen con los límites permisibles según el SAR ya que los valores son inferiores a 15,6 ppm, mientras que las muestras P1, P3, P4, P5, P6 y P7 exceden los límites permitidos, lo cual resulta en la degradación de las propiedades del suelo.

En la Tabla 21-3 se muestran los resultados del análisis de Calcio en el Páramo de Guargualla, el cual muestra un valor mínimo en la muestra PG4 109,4888 ppm y un valor máximo en la muestra PG6 de 436,4564 ppm, lo que determina que los valores obtenidos superan el límite permisible según el índice de SAR por lo que se considera que el suelo empieza a perder sus propiedades.

#### *3.4.4.2 Fosforo*

Considerando que en aquellos tiempos se estaba iniciando la práctica de la agricultura extensiva, los niveles de fósforo presentes en el suelo estaban estrechamente vinculados con las cantidades encontradas en el material original de esos suelos.

Dentro de la Legislación Ambiental secundaria de Ecuador, no se establecen límites permitidos máximos en relación con los parámetros de Fosforo (P), en los "Criterios de Calidad de suelo". Por lo tanto, no se realiza una evaluación de la calidad del suelo basada en estos parámetros según la Normativa Ambiental (MAATE 2015).

La investigación realizada en andosoles de Ecuador y Colombia ha revelado una estrecha relación entre la fijación del fósforo y el contenido de carbono en el suelo. Los suelos analizados en este estudio se

clasifican como medianamente ácidos, lo que puede tener una influencia significativa en el contenido de fósforo presente en estos suelos. Esto significa que la capacidad del suelo para retener y disponibilizar fósforo puede ser mayor en suelos con un pH más bajo. En otras palabras, a medida que disminuye el pH del suelo, se incrementa la capacidad de fijación de fósforo.

Los resultados obtenidos en las Tabla 19-3, Tabla 20-3 y Tabla 21-3 revelan que existe una diferencia significativa en los datos analizados con un 99% de nivel de confianza. Esto significa que las variaciones observadas en las concentraciones o valores medidos no son producto del azar, sino que son resultados reales y consistentes.

Los datos presentados en la Tabla 19-3 exhiben los resultados del análisis de la presencia de Fosforo en los suelos del Páramo de Las Abras, la presencia de concentraciones de fósforo más altas se encuentra en las muestras A3, A4, A5, A6 y A7 sugiere una mayor disponibilidad de fósforo en estos suelos. Esto puede ser beneficioso para el crecimiento de las plantas, ya que el fósforo es un nutriente esencial para su desarrollo saludable. Por otro lado, las ubicaciones A1, A2 y A8 presentan concentraciones de fósforo relativamente más bajas. Esto puede indicar una menor disponibilidad de fósforo en estos suelos, lo cual podría afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas si las concentraciones son insuficientes.

La Tabla 20-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de Fosforo en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha, las muestras P5 muestra la concentración más alta de fósforo con 765.7987 ppm, seguida de P1 con 597.3603 ppm, P6 con 450.9195 ppm, P7 con 290.6516 ppm, P4 con 283.7381 ppm, P3 con 185.6919 ppm, P2 con 133.5263 ppm y P8 con 145.4678 ppm. Estos niveles de fósforo pueden indicar una mayor disponibilidad de este nutriente en los suelos de las ubicaciones P5, P1 y P6. Por otro lado, las ubicaciones P2, P3, P4 y P7 presentan concentraciones relativamente más bajas de fósforo.

La Tabla 21-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de Fosforo en los suelos del Páramo de Guargualla, las muestras PG2 muestra la concentración más alta de fósforo con 418.8659 ppm, seguida de PG1 con 403.7819 ppm, PG8 con 361.0438 ppm, PG4 con 293.1656 ppm, PG3 con 269.2826 ppm, PG7 con 257.9696 ppm, PG5 con 257.3411 ppm y PG6 con 148.6103 ppm. Estos niveles de fósforo pueden indicar una mayor disponibilidad de este nutriente en los suelos de las ubicaciones PG2, PG1 y PG8. Por otro lado, las ubicaciones PG3, PG7, PG5 y PG6 presentan concentraciones relativamente más bajas de fósforo.

#### *3.4.4.3 Potasio*

Dentro de la Legislación Ambiental secundaria de Ecuador, no se establecen límites permitidos máximos en relación con los parámetros de Potasio (K), en los "Criterios de Calidad de suelo". Por lo tanto, no se realiza una evaluación de la calidad del suelo basada en estos parámetros según la Normativa Ambiental (MAATE 2015).

Según el estudio de Briceño, Tonato, Silva, Paredes y Armado (Briceño et al. 2020) titulado “Evaluación del contenido de Metales en Suelos y Tejidos Comestibles de *Allium fistulosum L.* cultivado en zonas cercanas al Volcán Tungurahua” se obtuvieron valores de Potasio total de 95 ppm a 601 ppm, valores los cuales se consideraron muy altos como nutriente

En las Tabla 19-3, Tabla 20-3 y Tabla 21-3 se ha encontrado una diferencia significativa en los datos analizados con un nivel de confianza del 99%. Esta observación indica que hay una alta certeza estadística de que las diferencias observadas en los datos no son aleatorias, sino que reflejan una variación real en las concentraciones o valores medidos.

Los datos presentados en la Tabla 19-3 exhiben los resultados del análisis de la presencia de Potasio en los suelos del Páramo de Las Abras, los valores de potasio en los suelos analizados varían en el rango de 637,3207 ppm a 972,8793 ppm. Estos valores indican que los suelos analizados presentan concentraciones de potasio que pueden considerarse moderadas a altas. Los valores más bajos se encuentran en la muestra A5, con 637,3207 ppm, mientras que el valor más alto se encuentra en la muestra A6, con 972,8793 ppm. Las muestras A1, A2, A3, A4, A7 y A8 también muestran concentraciones elevadas de potasio, todas ellas por encima de 670 ppm.

La Tabla 20-3 se muestran los resultados del análisis de la concentración de Potasio en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha, los valores de potasio en los suelos analizados varían en el rango de 64,7113 ppm a 210,5167 ppm. Estos valores indican que los suelos presentan concentraciones de potasio que pueden considerarse moderadas. El valor más bajo se encuentra en la muestra P8, con 64,7113 ppm, mientras que el valor más alto se encuentra en la muestra P1, con 210,5167 ppm. Las muestras P2, P3, P4, P5, P6 y P7 también presentan concentraciones moderadas de potasio, todas por encima de 100 ppm.

La Tabla 21-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de Potasio en los suelos del Páramo de Guargualla, los valores de potasio en los suelos analizados varían en el rango de 139,0866 ppm a 940,4262 ppm. Estos valores indican que los suelos presentan una amplia variación en la concentración de potasio. El valor más bajo se encuentra en la muestra PG5, con 139,0866 ppm, mientras que el valor más alto se encuentra en la muestra PG2, con 940,4262 ppm. Las muestras PG1, PG3, PG4, PG6, PG7 y PG8 también presentan concentraciones significativas de potasio.

### 3.4.5 Resultados micronutrientes de muestras del suelo

**Tabla 22-3:** Resultados de micronutrientes de muestras de suelos del Páramo de Las Abras

Muestra	Cu	Mn	Fe	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm
A1	16,0824	82,2507	6.487,9545	17,2620
A2	27,4548	141,9420	6.311,9233	21,2493
A3	14,3869	107,0102	5.129,2752	18,2784

<b>A4</b>	13,9461	55,9546	3.565,5609	17,4312
<b>A5</b>	22,9468	121,3235	5.940,0139	20,5056
<b>A6</b>	19,3300	116,1721	3.436,9746	18,2561
<b>A7</b>	14,6143	75,5965	5.873,9523	12,3142
<b>A8</b>	12,9852	47,5356	5.104,8172	12,4274
<b>F</b>	688,80	87.114,84	87.114,84	3,29
<b>ANOVA</b>	***	***	***	*
<b>DMS</b>	0,59	0,77	11,95	5,46

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

A= Páramo de Las Abras, Cu= Cobre, Mn= Manganeseo, Fe= Hierro, Zn= Zinc,

DMS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

\* Diferencia significativa con un 90% de confianza

**Tabla 23-3:** Resultados de micronutrientes de muestras de suelos de la Microcuenca Alta del río Mocha

Muestra	Cu	Mn	Fe	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm
<b>P1</b>	11,0090	162,2279	6.170,7125	16,8079
<b>P2</b>	23,3623	279,0893	6.635,8170	24,4951
<b>P3</b>	11,1487	161,7575	10.135,1104	17,9742
<b>P4</b>	15,9063	85,4134	6.784,8336	14,6924
<b>P5</b>	13,5683	154,9321	11.822,0446	21,4997
<b>P6</b>	13,3484	115,9623	7.938,0602	16,9402
<b>P7</b>	10,2428	93,1256	11.382,0340	15,8007
<b>P8</b>	14,0250	172,1166	6.332,7891	12,9040
<b>F</b>	199,97	31.612.258,52	31.612.258,52	369,33
<b>ANOVA</b>	***	***	***	***
<b>DMS</b>	0,89	1,05	1,26	0,58

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

P= Microcuenca Alta del río Mocha, Cu= Cobre, Mn= Manganeseo, Fe= Hierro, Zn= Zinc,

DMS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

\* Diferencia significativa con un 90% de confianza

**Tabla 24-3:** Resultados de micronutrientes de muestras de suelos del Páramo de Guargualla

Muestra	Cu	Mn	Fe	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm
<b>PG1</b>	22,8894	187,2971	6.206,3452	12,7979
<b>PG2</b>	25,1416	255,6732	7.655,5366	22,5324
<b>PG3</b>	27,5170	200,1732	7.917,8118	20,9828
<b>PG4</b>	20,3526	149,0363	6.759,4829	19,3806
<b>PG5</b>	19,8441	211,7458	6.895,0060	17,9419
<b>PG6</b>	23,5027	230,3866	7.272,9545	17,6871
<b>PG7</b>	22,4730	256,4529	5.859,9946	18,3763
<b>PG8</b>	19,3493	134,7108	5.939,5101	23,4853
<b>F</b>	143,29	6.014.507,43	6.014.507,43	686,31
<b>ANOVA</b>	***	***	***	***
<b>DMS</b>	0,70	1,11	0,95	0,38



**Realizado por:** Barahona, V; Cargua, N, 2022  
**PG=** Páramo de Guargualla, **Cu=** Cobre, **Mn=** Manganeseo, **Fe=** Hierro, **Zn=** Zinc,  
**DMS=** Diferencia mínima significativa  
\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza  
\* Diferencia significativa con un 90% de confianza

#### 3.4.5.1 Cobre

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097, con respecto a Suelos Intervenidos el nivel de Cobre en el suelo no debe sobrepasar los 63 ppm, este límite se considera apropiado para permitir el desarrollo de actividades agrícolas y garantizar la calidad del suelo en áreas residenciales. En cambio, en zonas industriales y comerciales, la concentración de Cobre en el suelo no debe exceder los 91 ppm, este valor más alto se justifica debido a la posible presencia de contaminantes y actividades industriales que pueden afectar la conductividad del suelo. Mientras que en suelos no intervenido el nivel de Cobre no debe sobrepasar 25 ppm (MAATE 2015).

Los resultados obtenidos del análisis de cobre en las muestras de suelo, como se muestra en las Tabla 22-3, Tabla 23-3 y Tabla 24-3, exhiben una diferencia significativa entre ellas con un nivel de confianza del 99%. Esto indica que las concentraciones de cobre en los distintos puntos de muestreo difieren de manera significativa y es poco probable que estas diferencias sean resultado del azar. Estos hallazgos resaltan la variabilidad en los niveles de cobre en los suelos analizados y sugieren la existencia de factores diversos que influyen en su distribución y presencia.

En la Tabla 22-3 se presentan los resultados del análisis de la concentración de Cobre en los suelos del Páramo de Las Abras. Las muestras A1, A3, A4, A5, A6, A7 y A8 cumplen con el límite permisible establecido de 25 ppm, lo que indica que son suelos no intervenidos. En cuanto a la muestra A2, aunque supera el límite para suelos no intervenidos, no alcanza los límites de suelos intervenidos, lo cual sugiere que se trata de suelos con una intervención poco significativa.

Los resultados presentados en la Tabla 23-3 corresponden al análisis de la concentración de Cobre en los suelos de la Microcuenca Alta del río Mocha, se puede observar que las muestras P1 a P8 exhiben valores por debajo de 25 ppm, lo que sugiere que esta área cuenta con suelos que no han sido objeto de intervención significativa.

La información proporcionada en la Tabla 24-3 revela los resultados del análisis de la concentración de Cobre en los suelos del Páramo de Guargualla, se observa que las muestras PG1, PG4, PG5, PG6, PG7 y PG8 presentan valores por debajo de 25 ppm, lo cual indica que estos puntos de muestreo corresponden a suelos que no han sido intervenidos significativamente. Por otro lado, las muestras PG2 y PG3 muestran valores superiores a 25 ppm, pero inferiores a 63 ppm, lo que sugiere que se trata de suelos con una intervención moderada.

#### 3.4.5.2 Manganeseo

En la Legislación Ambiental secundaria de Ecuador, no se establecen límites máximos permitidos para los parámetros manganeseo (Mn) dentro de los "Criterios de Calidad de suelo". Por lo tanto, no se realiza

una evaluación de la calidad del suelo basada en estos parámetros de acuerdo con la Normativa Ambiental (MAATE 2015). Sin embargo, según el estudio realizado por Briceño, Tonato, Silva, Paredes y Armado, se considera que el contenido de manganeso en el suelo es alto cuando se encuentra en el rango de 50 ppm a 100 ppm (Briceño et al. 2020).

Los resultados del análisis de manganeso en las muestras de suelo, como se presentan en las Tabla 22-3, Tabla 23-3 y Tabla 24-3, revelan una diferencia significativa entre ellas con un nivel de confianza del 99%. Esto indica que las concentraciones de manganeso en los distintos puntos de muestreo son notablemente diferentes entre sí y es poco probable que estas diferencias se deban al azar. Estos resultados resaltan la variabilidad en los niveles de manganeso en los suelos analizados y sugieren que diversos factores influyen en su distribución y acumulación.

La Tabla 22-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de manganeso en los suelos del Páramo de Las Abras. Se observa que las muestras A1, A4, A7 y A8 presentan valores dentro del rango recomendado, lo que indica que estos suelos tienen un contenido de manganeso alto. Por otro lado, las muestras A2, A3, A5 y A6 exhiben valores que superan los 100 ppm, lo cual indica un exceso de manganeso que podría afectar las características del suelo.

En la Tabla 23-3 se presentan los resultados del análisis de la concentración de manganeso en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha. Se observa que las muestras P4 y P7 muestran un contenido elevado de manganeso, mientras que las muestras P1, P2, P3, P5, P6 y P8 presentan valores superiores a 100 ppm, estos valores elevados sugieren la posibilidad de toxicidad en el suelo debido al exceso de manganeso.

La Tabla 24-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de manganeso en los suelos del Páramo de Guargualla. Se observa que todas las muestras, desde PG1 hasta PG8, presentan valores superiores a 100 ppm. Esta alta concentración de manganeso puede tener un impacto negativo en las propiedades del suelo, pudiendo causar alteraciones en su composición y características.

### *3.4.5.3 Hierro*

Los suelos con concentraciones de Hierro superiores a 200 ppm se clasifican como suelos con niveles altos de Hierro (Briceño et al. 2020), mientras que según LABISER, los niveles óptimos de hierro en el suelo se encuentran entre 300 y 900 ppm. Estas concentraciones elevadas son comunes en la mayoría de los suelos agrícolas y no suelen tener efectos negativos significativos, si se ha identificado una deficiencia de hierro en un análisis de suelo, es necesario corregir esta situación mediante la aplicación de fertilizantes que contengan este elemento, ya sea como componente principal, secundario o complementario. La elección del fertilizante adecuado debe basarse en la magnitud de la deficiencia observada (LABISER 2020).

Los resultados del análisis de la concentración de Hierro en las muestras de suelo, tal como se muestra en las Tabla 22-3, Tabla 23-3 y Tabla 24-3, indican que existe una diferencia estadísticamente

significativa entre ellas con un nivel de confianza del 99%. Esto significa que las concentraciones de Hierro en los diferentes puntos de muestreo son notablemente distintas entre sí y es poco probable que dichas diferencias se deban al azar. Estos resultados resaltan la variabilidad en los niveles de Hierro en los suelos analizados y sugieren la influencia de diferentes factores en su distribución y acumulación. La Tabla 22-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de Hierro en los suelos del Páramo de Las Abras, según los valores presentados, todos los puntos de muestreo tienen niveles de hierro que superan el rango óptimo recomendado de 300 ppm a 900 ppm. Estos niveles de hierro son considerados altos y podrían indicar una concentración excesiva de este elemento en el suelo. Es importante tener en cuenta que la concentración de hierro en el suelo puede variar dependiendo de factores como la geología local y las prácticas agrícolas.

En la Tabla 23-3 se muestran los resultados del análisis de la concentración de hierro en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha, según los valores presentados, se observa que todos los puntos de muestreo presentan niveles de hierro que exceden el rango óptimo recomendado de 300 ppm a 900 ppm. Estas concentraciones elevadas de hierro indican que los suelos analizados tienen niveles significativamente superiores a los considerados óptimos.

En la Tabla 24-3 se presentan los resultados del análisis de la concentración de hierro en los suelos de la zona del Páramo de Guargualla. Al observar los valores de hierro registrados en cada punto de muestreo, se nota que todos ellos superan el rango óptimo recomendado de 300 ppm a 900 ppm.

Estos niveles elevados de hierro indican la presencia de concentraciones significativamente superiores a las consideradas óptimas en los suelos analizados. Esto puede tener implicaciones negativas para la salud de las plantas y el equilibrio nutricional en el ecosistema.

La presencia de niveles altos de hierro en el suelo puede tener diversas implicaciones negativas. En primer lugar, puede afectar la disponibilidad de otros nutrientes esenciales para las plantas, lo que puede resultar en desequilibrios nutricionales y limitar su crecimiento y desarrollo adecuado. Además, niveles excesivos de hierro pueden provocar problemas de toxicidad en las plantas, lo que puede manifestarse en un rendimiento subóptimo e incluso en la muerte de las plantas.

#### *3.4.5.4 Zinc*

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097, se definen diferentes límites de concentración de zinc en el suelo para distintas categorías de uso. En el caso de suelos intervenidos, el nivel de zinc no debe sobrepasar los 200 ppm. Este límite se considera apropiado para permitir el desarrollo de actividades agrícolas y garantizar la calidad del suelo en áreas residenciales. Sin embargo, en zonas industriales, donde puede haber una mayor presencia de actividades industriales y contaminantes, el límite de concentración de zinc en el suelo es más alto. En estas áreas, la concentración de zinc no debe exceder los 360 ppm. Esto se debe a la posible presencia de contaminantes y actividades industriales que pueden afectar la conductividad del suelo. En zonas comerciales, donde también puede haber

actividades comerciales e industriales, se establece un límite de concentración de zinc en el suelo de 380 ppm. Este valor más alto se justifica por la posible presencia de contaminantes y la necesidad de garantizar la calidad del suelo en áreas de actividad comercial. En suelos no intervenidos, es decir, aquellos que no han sido modificados o afectados por actividades humanas, el nivel de zinc no debe sobrepasar los 60 ppm. Este límite busca preservar la calidad natural del suelo y minimizar la influencia de fuentes externas de contaminación (MAATE 2015).

En la Tabla 22-3 se observa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%. Esto indica que las concentraciones de zinc en las muestras de suelo analizadas en esta tabla difieren entre sí de manera estadísticamente significativa. Por otro lado, en las Tabla -4 y Tabla -4 se evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre las muestras de suelo con un nivel de confianza del 99%. Esto implica que las concentraciones de zinc en estas tablas también presentan diferencias significativas entre las muestras analizadas.

La Tabla 23-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de Zinc en los suelos del Páramo de Las Abras, los datos de los niveles de zinc en las muestras de suelo (A1 a A8) muestran concentraciones que están por debajo del límite óptimo establecido para suelos no intervenidos, que es de 60 ppm, los datos analizados sugieren que las concentraciones de zinc en las muestras de suelo son adecuadas y no indican una intervención significativa en el suelo.

En la Tabla 24-3 se muestran los resultados del análisis de la concentración de Zinc en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha, los datos de los niveles de Zinc en las muestras de suelo (P1 a P8) muestran concentraciones que están por debajo del límite óptimo establecido para suelos no intervenidos, que es de 60 ppm. Esto indica que los niveles de zinc en estas muestras cumplen con los niveles óptimos para suelos no intervenidos.

En la Tabla -4 se han registrado los resultados del análisis de la concentración de zinc en los suelos de la zona del Páramo de Guargualla, según los datos proporcionados para las muestras de suelo (PG1 a PG8), se observa que las concentraciones de zinc están por debajo del límite óptimo establecido para suelos no intervenidos, que es de 60 ppm.

### 3.4.6 Resultados de análisis químicos del suelo

**Tabla 25-3:** Resultados de análisis químicos de las muestras de suelo del páramo de Las Abras

Muestra	C/N	Na	$SO_4^{2-}$	$NO_3^-$	$PO_4^{3-}$	$Cl^-$
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
A1	11,7900	430,7603	22,2597	9,6663	3,3661	4.253,2912
A2	12,1750	346,9376	120,5036	23,0645	0,7999	3.899,2401
A3	12,9750	413,7581	10,5307	17,4982	1,5662	4.962,1068
A4	12,8650	395,0174	160,3314	27,5969	1,5996	3.190,3086
A5	11,5450	415,3684	10,4651	12,1326	762,9612	2.481,0534
A6	13,4550	441,5930	11,1944	22,3976	2,3663	1.772,0983

<b>A7</b>	12,6000	358,5116	11,2308	26,1604	2,2996	1.063,1598
<b>A8</b>	12,0200	423,5127	140,1766	22,2317	1,7330	2.481,2023
<b>F</b>	6,78	13.140,34	168.290,70	1.355,65	118.788,08	112.335.917,84
<b>ANOVA</b>	**	***	***	***	***	***
<b>DMS</b>	0,82	0,89	0,49	0,52	2,34	0,37

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

A= Páramo de Las Abras, C/N= Relación Carbono Nitrógeno, Na= Sodio,  $SO_4^{2-}$  = Sulfatos,  $NO_3^-$  = Nitratos,  $PO_4^{3-}$  = Fosfatos,  $Cl^-$  = Cloruros, MS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

\*\* Diferencia significativa con un 95% de confianza

**Tabla 263-3:** Resultados de análisis químicos de las muestras de suelo de la Microcuenca Alta del Río Mocha

Muestra	C/N	Na	$SO_4^{2-}$	$NO_3^-$	$PO_4^{3-}$	$Cl^-$
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
<b>P1</b>	16,9000	521,6683	10,2956	12,4311	6,1976	5.552,3307
<b>P2</b>	12,1900	556,3793	11,2604	22,4969	1,3997	3.189,7345
<b>P3</b>	12,1150	406,2474	10,5994	14,5301	1,1996	4.252,9793
<b>P4</b>	11,3350	466,6411	11,2973	22,3311	2,1997	2.835,8866
<b>P5</b>	11,7350	331,5422	10,3959	18,3988	1,9997	10.279,2665
<b>P6</b>	3,8950	356,8038	10,4945	36,4635	1,9996	4.607,6092
<b>P7</b>	2,9550	393,5397	10,8939	26,2626	1,9998	4.253,3478
<b>P8</b>	2,6450	406,0749	10,6306	26,6310	0,3999	5.316,4722
<b>F</b>	205,24	52.891,62	6,88	1.811,89	202.993.279,36	3.052,69
<b>ANOVA</b>	***	***	***	***	***	***
<b>DMS</b>	1,21	1,02	0,43	0,54	0,00	125,58

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

P= Microcuenca Alta del Río Mocha, C/N= Relación Carbono Nitrógeno, Na= Sodio,  $SO_4^{2-}$  = Sulfatos,  $NO_3^-$  = Nitratos,  $PO_4^{3-}$  = Fosfatos,  $Cl^-$  = Cloruros, MS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza

\*\* Diferencia significativa con un 95% de confianza

**Tabla 27-3:** Resultados de análisis químicos de las muestras de suelo del páramo de Guargualla

Muestra	C/N	Na	$SO_4^{2-}$	$NO_3^-$	$PO_4^{3-}$	$Cl^-$
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
<b>PG1</b>	2,3150	430,7603	11,3948	24,4985	4,3994	5.670,4276
<b>PG2</b>	2,4450	346,9376	10,6325	22,2647	2,1997	3.189,8620
<b>PG3</b>	2,5000	413,7581	10,3978	22,4302	8,5989	4.608,1314
<b>PG4</b>	2,5400	395,0174	11,4631	24,5325	1,3997	3.543,3937
<b>PG5</b>	2,2400	415,3684	10,4602	26,1956	1,3997	2.126,7731
<b>PG6</b>	2,6100	441,5930	11,5594	8,5991	1,5998	1.417,7070
<b>PG7</b>	2,4650	358,5116	11,7624	18,3656	2,9994	2.481,1526
<b>PG8</b>	2,7350	423,5127	10,5994	14,5987	8,1987	1.417,8582
<b>F</b>	1,83	13.140,34	12,13	1.000,57	87.320.633,49	27.781.142,25
<b>ANOVA</b>	NS	***	***	***	***	***
<b>DMS</b>	0,38	0,89	0,48	0,57	0,00	0,86

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

PG= Páramo de Guargualla, C/N= Relación Carbono Nitrógeno, Na= Sodio,  $SO_4^{2-}$  = Sulfatos,  $NO_3^-$  = Nitratos,

$PO_4^{3-}$  = Fosfatos,  $Cl^-$  = Cloruros, MS= Diferencia mínima significativa

\*\*\* Diferencia significativa con un 99% de confianza  
\*\* Diferencia significativa con un 95% de confianza  
1,2,3,4,5,6,7,8 Números pertenecientes a cada muestra

Se utilizó el software SPSS 5.0 para llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados obtenidos de las diferentes matrices. Las pruebas estadísticas realizadas en los datos obtenidos de los análisis de las matrices incluyeron el análisis de varianza ANOVA, esta prueba se utilizó para determinar si existía una diferencia significativa entre las medias de cada punto de muestreo para una variable o tratamiento específico. Además, se realizó la prueba de rango Post hoc para identificar subconjuntos homogéneos de medias que no presentaban diferencias significativas entre sí. En la Tabla 25-3, Tabla 26-3 y Tabla 27-3 se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de las muestras suelos desarrollados en los laboratorios del GAIBAQ.

#### 3.4.6.1 *Relación Carbono Nitrógeno*

Una relación C/N adecuada favorece la descomposición y mineralización eficiente de la materia orgánica, lo que contribuye a la liberación de nutrientes disponibles para las plantas. Además, un equilibrio óptimo entre el carbono y el nitrógeno en el suelo promueve la actividad microbiana saludable, lo que a su vez contribuye a la fertilidad del suelo y a la supresión de enfermedades (Gamarra et al. 2018).

Un suelo saludable se caracteriza por mantener una relación C/N (Carbono/Nitrógeno) óptima que oscila entre 8 y 15; siendo considerado la calidad de C/N “buena” en un rango de 8 a 12 mientras que en el rango de 12 a 15 considerado “medio” y superior a 15 considerado “alto” (Cunalata y Inga 2012). Esta relación refleja la cantidad relativa de carbono orgánico y nitrógeno presente en el suelo (Paeria 2022).

En la Tabla 25-3 se ha encontrado una diferencia significativa entre los datos analizados con un nivel de confianza del 95%. Esto indica que hay una variación estadísticamente significativa en los valores registrados. En la Tabla 26-3 se ha observado una diferencia significativa en los datos analizados con un nivel de confianza del 99%. Esto implica que la variación entre los valores es aún más pronunciada y se considera altamente significativa desde el punto de vista estadístico. Sin embargo, en la Tabla 27-3 no se ha encontrado una diferencia significativa en los datos analizados. Esto sugiere que los valores registrados son similares y no hay una variación estadísticamente significativa entre ellos.

Los datos presentados en la Tabla 25-3 exhiben los resultados del análisis de la relación carbono/nitrógeno en los suelos del Páramo de Las Abras. Se observa que los valores mínimos varían desde 11,5450 en la muestra A5 hasta el valor máximo de 13,4550 en la muestra A6. Estos valores se sitúan dentro del rango considerado como bueno a medio para la relación C/N.

Los resultados del análisis de la relación carbono/nitrógeno en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha se presentan en la Tabla 26-3. Se observa que el valor mínimo oscila entre 2,6450 en la muestra P8 y un valor máximo de 16,9000. Además, se puede apreciar que a medida que aumenta la

altitud, la relación C/N también aumenta. Por lo tanto, se considera que los suelos presentan relaciones de C/N clasificadas como "buenas, medias y altas".

En la Tabla 27-3 se han registrado los resultados del análisis de la Relación Carbono/Nitrógeno en los suelos de la zona del Páramo de Guargualla, presenta valores inferiores a 3, por lo que se considera que tiene una relación C/N por debajo de lo esperado

#### 3.4.6.2 Sodio

Se ha establecido una clasificación para diferenciar los suelos según su contenido de sodio. Esta clasificación incluye cinco categorías: "Muy bajo", para valores de 0 a 235 ppm; "Bajo", para valores de 235 ppm a 587 ppm; "Normal", para valores de 587 ppm a 976 ppm; "Alto", para valores de 976 ppm a 1564 ppm; y "Muy Alto", para valores superiores a 1564 ppm. Esta clasificación ayuda a identificar y categorizar los suelos según su concentración de sodio, lo cual es útil para evaluar su calidad y determinar las acciones adecuadas de manejo y corrección en función de dichos niveles (Cárdenas 2015).

En las Tabla 25-3, Tabla 26-3 y Tabla 27-3 se ha encontrado una diferencia significativa en los datos analizados con un nivel de confianza del 99%. Esta observación indica que hay una alta certeza estadística de que las diferencias observadas en los datos no son aleatorias, sino que reflejan una variación real en las concentraciones o valores medidos.

Los datos presentados en la Tabla 25-3 exhiben los resultados del análisis de la presencia de Sodio en los suelos del Páramo de Las Abras, se observa que los resultados de las muestras A5, A7 y A8 se encuentran en el dentro del rango de 587 ppm a 976 ppm por lo que se considera una presencia de Sodio "Normal"; mientras que los valores de las muestras A2, A3, A4 y A6 se encuentran en el rango de 976 ppm a 1564 ppm por lo que se considera "Alto"; y el valor de la muestra A1 supera el valor de 1564 ppm, por lo que se considera una presencia de Sodio "Muy alta".

Los resultados del análisis de la presencia de sodio en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha se presentan en la Tabla 26-3 y los resultados del Páramo de Guargualla presentados en la Tabla 27-3; se consideran que los valores de las muestras de P1 a P8 tiene una presencia de Sodio "Baja", puesto que los datos se encuentran en un rango de 235 ppm a 587 ppm.

#### 3.4.6.3 Sulfato

Según la legislación ambiental secundaria de Ecuador, específicamente los "Criterios de Calidad de suelo", no se especifican límites máximos permitidos para el parámetro de Sulfato ( $SO_4^{2-}$ ). Por lo tanto, la evaluación de la calidad del suelo no se basa en estos parámetros de acuerdo con la Normativa Ambiental (MAATE 2015), los valores de sulfatos en el suelo no pueden ser proporcionados de manera generalizada, ya que no existen valores específicos de sulfatos en el suelo que se consideren universales o estándar.

Los resultados obtenidos en las Tabla 25-3, Tabla 26-3 y Tabla 27-3 revelan que existe una diferencia significativa en los datos analizados con un 99% de nivel de confianza. Esto significa que las variaciones observadas en las concentraciones o valores medidos no son producto del azar, sino que son resultados reales y consistentes.

Los datos presentados en la Tabla 25-3 exhiben los resultados del análisis de la presencia de Sulfato en los suelos del Páramo de Las Abras, los datos de concentración de sulfato (ppm) en el suelo muestran diferentes valores en las ubicaciones A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 y A8. La muestra A2 presenta el valor más alto de sulfato con 120,5036 ppm, seguida por A4 con 160,3314 ppm y A8 con 140,1766 ppm. Por otro lado, las muestras A3, A5, A6 y A7 tienen concentraciones de sulfato relativamente bajas, alrededor de 10-11 ppm. Estos datos indican que existe variabilidad en la cantidad de sulfato presente en el suelo, lo que puede tener implicaciones en la calidad y composición del suelo en esas muestras específicas.

La Tabla 26-3 se muestran los resultados del análisis de la concentración de Sulfato en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha, los datos de concentración de sulfato en el suelo muestran valores similares y relativamente bajos en las muestras P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 y P8. Todos los valores se encuentran en un rango estrecho alrededor de 10-11 ppm. Estos datos indican que la cantidad de sulfato presente en el suelo es relativamente constante en estas muestras.

La Tabla 27-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de Sulfato en los suelos del Páramo de Guargualla, los datos de concentración de sulfato (ppm) en el suelo muestran valores similares y relativamente bajos en las ubicaciones PG1, PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG7 y PG8. Todos los valores se encuentran en un rango estrecho alrededor de 10-12 ppm. Esto indica que los niveles de sulfato se encuentran dentro de un rango aceptable y no sugieren una preocupación significativa en términos de contaminación o alteración del suelo.

#### 3.4.6.4 Nitrato

De acuerdo con la legislación ambiental secundaria de Ecuador, en los "Criterios de Calidad de suelo", no se establecen límites máximos permitidos para el parámetro de Sulfato ( $NO_3^-$ ). Por lo tanto, la evaluación de la calidad del suelo no se realiza teniendo en cuenta estos parámetros, tal como lo indica la Normativa Ambiental.

Los resultados obtenidos en las Tabla 25-3, Tabla 26-3 y Tabla 27-3 revelan que existe una diferencia significativa en los datos analizados con un 99% de nivel de confianza. Esto significa que las variaciones observadas en las concentraciones o valores medidos no son producto del azar, sino que son resultados reales y consistentes.

Los datos presentados en la Tabla 25-3 exhiben los resultados del análisis de la presencia de Nitratos en los suelos del Páramo de Las Abras, los datos proporcionados representan las concentraciones de nitrato en el suelo en ocho muestras diferentes, identificadas como A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 y A8.



Estas concentraciones, medidas en partes por millón (ppm), varían desde 9,6663 ppm en la muestra A1 hasta 27,5969 ppm en la muestra A4. Las otras muestras presentan valores intermedios, con concentraciones que oscilan entre 12,1326 ppm y 26,1604 ppm.

La Tabla 26-3 se muestran los resultados del análisis de la concentración de Nitrato en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha, estas concentraciones, medidas en partes por millón (ppm), varían desde 12,4311 ppm en la muestra P1 hasta 36,4635 ppm en la muestra P6. Las demás muestras presentan valores intermedios, con concentraciones que oscilan entre 14,5301 ppm y 26,6310 ppm.

La Tabla 27-3 muestra los resultados del análisis de la concentración de Nitrato en los suelos del Páramo de Guargualla, los datos presentados varían desde 8,5991 ppm en la muestra PG6 hasta 26,1956 ppm en la muestra PG5. Las demás muestras presentan valores intermedios, con concentraciones que oscilan entre 14,5987 ppm y 24,5325 ppm.

#### 3.4.6.5 Fosfato

De acuerdo con la legislación ambiental secundaria de Ecuador, en los "Criterios de Calidad de suelo", no se establecen límites máximos permitidos para el parámetro de Fosfatos ( $PO_4^{3-}$ ). Por lo tanto, la evaluación de la calidad del suelo no se realiza teniendo en cuenta estos parámetros, tal como lo indica la Normativa Ambiental.

Los resultados presentados en las Tabla 25-3, Tabla 26-3 y Tabla 27-3 indican que se ha observado una diferencia significativa en los datos analizados, con un nivel de confianza del 99%. Esta conclusión implica que existe una alta certeza estadística de que las variaciones observadas en las concentraciones o valores medidos no son aleatorias, sino que reflejan una variación real y consistente en los suelos analizados.

Los datos presentados en la Tabla 25-3 exhiben los resultados del análisis de la presencia de Fosfato en los suelos del Páramo de Las Abras, los datos varían desde 0,7999 ppm en la muestra A2 hasta 762,9612 ppm en la muestra A5. Las demás muestras presentan concentraciones más bajas, con valores que oscilan entre 1,5662 ppm y 3,3661 ppm. Es importante destacar que la muestra A5 muestra una concentración de nitrato significativamente más alta en comparación con las demás muestras. Este valor extremadamente alto puede deberse a diversas razones, como una fertilización excesiva con nitrato o una contaminación del suelo.

La Tabla 26-3 se muestran los resultados del análisis de la concentración de Fosfato en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha, los datos presentados varían desde 0,3999 ppm en la muestra P8 hasta 6,1976 ppm en la muestra P1. Las demás muestras presentan concentraciones más bajas, con valores que oscilan entre 1,1996 ppm y 2,1997 ppm.

La Tabla 27-3 presenta los resultados del análisis de la concentración de nitrato en los suelos del Páramo de Guargualla, los datos revelan una variación en las concentraciones, que van desde 1,3997 ppm en las muestras PG4 y PG5 hasta 8,5989 ppm en la muestra PG3. Las demás muestras muestran concentraciones que se sitúan en un rango que va desde 1,5998 ppm hasta 8,1987 ppm. Estos resultados

reflejan la diversidad en las concentraciones de nitrato en los suelos analizados, lo que puede estar influenciado por factores como la fertilización, el tipo de suelo y las condiciones ambientales.

### 3.4.6.6 Cloruro

De acuerdo con la legislación ambiental secundaria de Ecuador, en los "Criterios de Calidad de suelo", no se establecen límites máximos permitidos para el parámetro de Cloruros ( $Cl^-$ ). Por lo tanto, la evaluación de la calidad del suelo no se realiza teniendo en cuenta estos parámetros, tal como lo indica la Normativa Ambiental.

Los datos presentados en la Tabla 25-3 exhiben los resultados del análisis de la presencia de Cloruros en los suelos del Páramo de Las Abras, los datos presentados varían en un amplio rango, desde 1.063,1598 ppm en la muestra A7 hasta 4.962,1068 ppm en la muestra A3. Las demás muestras presentan concentraciones que oscilan entre 1.772,0983 ppm y 4.253,2912 ppm.

La Tabla 26-3 se muestran los resultados del análisis de la concentración de Cloruro en los suelos de la Microcuenca Alta del Río Mocha, los datos presentados varían considerablemente, desde 2.835,8866 ppm en la muestra P4 hasta 10.279,2665 ppm en la muestra P5. Las demás muestras presentan concentraciones que oscilan entre 3.189,7345 ppm y 5.552,3307 ppm.

La Tabla 27-3 presenta los resultados del análisis de la concentración de Cloruro en los suelos del Páramo de Guargualla, los datos presentados varían en gran medida, desde 2.126,7731 ppm en la muestra PG5 hasta 5.670,4276 ppm en la muestra PG1. Las demás muestras presentan concentraciones que oscilan entre 1.417,7070 ppm y 4.608,1314 ppm.

Estos datos reflejan una variabilidad en las concentraciones de cloruro en los suelos analizados. Las diferencias pueden estar influenciadas por varios factores, como las características del suelo, la precipitación, las prácticas de riego y la presencia de fuentes externas de cloruro.

### 3.4.7 Resultados metales pesados de muestras de materia vegetal

**Tabla 28-3:** Resultados de metales pesados de muestras de materia vegetal del Páramo de Las Abras

Muestra	Hg		Cd		Ni		Pb		Cr		As	
	ppm		ppm		ppm		ppm		ppm		ppm	
	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR
<b>A1</b>	<0,025	<0,025	0,360	0,145	1,486	<2,5	<2	<2	18,220	22,500	<0,125	<0,125
<b>A2</b>	<0,025	<0,025	0,407	0,162	<2,5	<2,5	<2	<2	19,340	10,790	<0,125	<0,125
<b>A3</b>	<0,025	<0,025	0,365	0,142	0,523	<2,5	<2	<2	24,290	12,590	<0,125	<0,125
<b>A4</b>	<0,025	<0,025	0,877	0,128	2,283	1,653	<2	<2	20,490	13,880	<0,125	0,2728
<b>A5</b>	<0,025	<0,025	0,375	0,135	<2,5	<2,5	<2	<2	12,580	15,410	<0,125	0,3417
<b>A6</b>	<0,025	<0,025	0,418	0,147	4,365	5,617	<2	<2	22,660	15,690	<0,125	<0,125
<b>A7</b>	<0,025	<0,025	0,413	0,193	0,418	0,829	<2	<2	18,420	17,800	<0,125	<0,125
<b>A8</b>	<0,025	<0,025	0,372	0,182	3,967	0,186	<2	<2	17,420	19,860	<0,125	<0,125

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

A= Páramo de Las Abras, Cd= Cadmio, Ni= Niquel, Pb= Plomo, Hg= Mercurio, Cr= Cromo, As= Arsénico, RZ= Raiz, AR= parte aérea

**Tabla 29-3:** Resultados de metales pesados de muestras de materia vegetal de la Microcuenca Alta del Río Mocha

Muestra	Hg		Cd		Ni		Pb		Cr		As	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR
<b>P1</b>	<0,025	<0,025	0,423	0,147	4,058	<2,5	<2	<2	15,130	15,000	<0,125	<0,125
<b>P2</b>	<0,025	<0,025	0,497	0,145	5,731	<2,5	<2	<2	14,370	15,730	<0,125	<0,125
<b>P3</b>	<0,025	<0,025	0,401	0,197	3,58	<2,5	<2	<2	18,980	20,640	<0,125	<0,125
<b>P4</b>	<0,025	<0,025	0,400	0,078	1,717	<2,5	<2	<2	15,510	17,370	<0,125	<0,125
<b>P5</b>	<0,025	<0,025	0,425	0,128	2,722	<2,5	<2	<2	19,510	15,700	<0,125	<0,125
<b>P6</b>	<0,025	<0,025	0,413	0,153	1,824	<2,5	<2	<2	16,500	19,280	<0,125	<0,125
<b>P7</b>	<0,025	<0,025	0,427	0,142	3,653	0,603	<2	<2	22,930	21,590	<0,125	<0,125
<b>P8</b>	<0,025	<0,025	0,387	0,165	2,269	0,240	<2	<2	14,890	18,730	<0,125	<0,125

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

P= Microcuenca Alta del río Mocha, , Cd= Cadmio, Ni= Níquel, Pb= Plomo, Hg= Mercurio, Cr= Cromo, As= Arsénico, RZ= Raíz, AR= parte aérea

**Tabla 30-3:** Resultados de metales pesados de muestras de materia vegetal del Páramo de Guargualla

Muestra	Hg		Cd		Ni		Pb		Cr		As	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR	RZ	AR
<b>PG1</b>	<0,025	<0,025	0,636	0,583	8,157	8,623	<2	<2	19,200	18,230	<0,125	0,174
<b>PG2</b>	<0,025	<0,025	1,456	0,623	7,92	4,253	<2	<2	14,150	13,170	<0,125	<0,125
<b>PG3</b>	<0,025	<0,025	0,712	0,922	5,958	1,439	<2	<2	13,880	10,690	<0,125	<0,125
<b>PG4</b>	<0,025	<0,025	0,392	0,490	5,754	3,719	<2	<2	15,000	11,770	<0,125	<0,125
<b>PG5</b>	<0,025	<0,025	0,410	0,396	6,396	3,442	<2	<2	13,930	8,090	<0,125	<0,125
<b>PG6</b>	<0,025	<0,025	0,802	0,508	9,174	1,607	<2	<2	13,850	13,980	<0,125	0,242
<b>PG7</b>	<0,025	<0,025	1,139	0,650	7,314	5,651	<2	<2	13,670	12,020	<0,125	0,25
<b>PG8</b>	<0,025	<0,025	0,655	0,772	4,475	0,780,	<2	<2	17,170	12,600	<0,125	<0,125

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

P= Páramo de Guargualla, , Cd= Cadmio, Ni= Níquel, Pb= Plomo, Hg= Mercurio, Cr= Cromo, As= Arsénico, RZ= Raíz, AR= parte aérea

Se utilizó el software SPSS 5.0 para llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados obtenidos de las diferentes matrices. La prueba estadística realizada en los datos obtenidos incluye el análisis de correlación de Pearson se utiliza para medir la correlación lineal entre dos variables continuas esta prueba se realizaron en los datos de Cadmio y Cromo, mientras que para los metales como mercurio, níquel, plomo y arsénico solo se determinó la media de cada muestra puesto que la mayoría de ellos presentaron concentraciones se sitúan por debajo del nivel detectable según el método utilizado. En la Tabla 28-3, Tabla 29-3 y Tabla 30-3 se muestran los resultados de los análisis de metales pesados de las muestras materia vegetal desarrollados en los laboratorios del GAIBAQ.

#### 3.4.7.1 Mercurio

El acuerdo Ministerial 37 establece que las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, así como los bosques y vegetación protectores, el patrimonio forestal del Estado y otras áreas de conservación designadas por la Autoridad Ambiental Nacional, están exentas de actividades mineras (MAATE 2014).

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097, los límites máximos permisibles de concentración de Mercurio para forraje es 0,006 ppm (MAATE 2015).

La Tabla 28-3, Tabla 29-3 y Tabla 30-3 muestra valores de mercurio en la materia vegetal, en la parte aérea y la raíz se determinaron valores <0,025 ppm, las concentraciones registradas se sitúan por debajo del nivel detectable según el método utilizado. Dado que no se obtuvieron valores numéricos específicos, no es posible realizar una comparación analítica con los límites máximos permitidos establecidos por las normativas ambientales nacionales.

#### 3.4.7.2 Cadmio

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097, los límites máximos permisibles de concentración de Mercurio para forraje es 0,02 ppm (MAATE 2015).

En la Tabla 28-3 se presentan los resultados de las muestras de materia vegetal obtenidas en el Páramo de Las Abras. En cuanto a la parte de la raíz, los valores oscilan entre 0,360 ppm y 0,877 ppm, lo cual excede el límite establecido en el Acuerdo Ministerial. Por otro lado, los valores de la parte aérea de la planta varían entre 0,128 ppm y 0,193 ppm, superando también los límites permitidos.

En la Tabla 29-3 se exhiben los resultados de las muestras de materia vegetal recolectadas en la Microcuenca Alta del río Mocha. En cuanto a la parte de la raíz, los valores registrados varían entre 0,387 ppm y 0,497 ppm, lo cual excede el límite establecido en el Acuerdo Ministerial. Asimismo, los valores de la parte aérea oscilan entre 0,078 ppm y 0,197 ppm, superando también los límites permitidos.

La Tabla 30-3 presenta los resultados de las muestras de materia vegetal recolectadas en el Páramo de Guargualla. En cuanto a la parte de la raíz, se observa que los valores varían entre 0,392 ppm y 1,456 ppm, superando el límite establecido en el Acuerdo Ministerial. De manera similar, los valores de la parte aérea oscilan entre 0,396 ppm y 0,922 ppm, excediendo los límites permisibles

#### 3.4.7.3 Níquel

Dentro de la Legislación Ambiental secundaria de Ecuador, no se establecen límites permitidos máximos en relación con los parámetros de calcio (Ca), en los "Criterios de Calidad de suelo". Por lo tanto, no se realiza una evaluación de la calidad del suelo basada en estos parámetros según la Normativa Ambiental (MAATE 2015).

La Tabla 28-3, Tabla 29-3 y Tabla 30-3 muestra valores de mercurio en la materia vegetal, en la parte aérea y la raíz se determinaron valores  $<0,25$  ppm, las concentraciones registradas se sitúan por debajo del nivel detectable según el método utilizado. Dado que no se obtuvieron valores numéricos específicos, no es posible realizar una comparación analítica con los límites máximos permitidos establecidos por las normativas ambientales nacionales

#### 3.4.7.4 *Plomo*

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097, los límites máximos permisibles de concentración de Mercurio para forraje es 0,01 ppm (MAATE 2015).

La Tabla 28-3, Tabla 29-3 y Tabla 30-3, muestra valores de mercurio en la materia vegetal, en la parte aérea y la raíz se determinaron valores  $<2$  ppm, las concentraciones registradas se sitúan por debajo del nivel detectable según el método utilizado. Dado que no se obtuvieron valores numéricos específicos, no es posible realizar una comparación analítica con los límites máximos permitidos establecidos por las normativas ambientales nacionales.

#### 3.4.7.5 *Cromo*

De acuerdo con Prieto et al. (2009) , se considera que los valores de cromo en materia vegetal se encuentran en un rango típico de 0,02 en la zona aérea a 0,03 en la zona de la raíz.

Los resultados de las muestras de materia vegetal del Páramo de Las Abras se presentan en la Tabla 28-3, donde se observa un rango de valores en la Raíz de 12,580 ppm a 24,290 ppm, y en la parte aérea de 10,790 ppm a 22,500 ppm.

En la Tabla 29-3 se muestran los resultados de las muestras de materia vegetal recolectadas en la Microcuenca Alta del río Mocha. En la Raíz, los valores varían de 14,370 ppm a 22,930 ppm, y en la parte aérea oscilan entre 15,000 ppm y 21,590 ppm.

En relación con la Tabla 30-3, se presentan los resultados de las muestras de materia vegetal recolectadas en el Páramo de Guargualla. Los valores en la Raíz oscilan entre 13,670 ppm y 19,200 ppm, mientras que en la parte aérea varían de 8,090 ppm a 18,230 ppm.

Los resultados de todas las tablas muestran que los valores obtenidos en las muestras de materia vegetal superan los límites establecidos por Prieto et al. (2009). En cada caso, tanto en la Raíz como en la parte aérea de las plantas analizadas, se observan concentraciones que exceden los límites establecidos en el estudio mencionado.

#### 3.4.7.6 *Arsénico*

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097, los límites máximos permisibles de concentración de Mercurio para forraje es 0,1 ppm

La Tabla 28-3, Tabla 29-3 y Tabla 30-3, muestra valores de mercurio en la materia vegetal, en la parte aérea y la raíz se determinaron valores <0,125 ppm, las concentraciones registradas se sitúan por debajo del nivel detectable según el método utilizado. Dado que no se obtuvieron valores numéricos específicos, no es posible realizar una comparación analítica con los límites máximos permitidos establecidos por las normativas ambientales nacionales.

### 3.5 Huella de carbono

#### 3.5.1 *Tamaño de la muestra de las zonas de estudio*

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos en el “Proyecto de la población ecuatoriana por años, según cantones y provincias 2010-2020”, Mocha tuvo un crecimiento de 7062 habitantes en el año 2010 a 7336 habitantes en el año 2023 (INEC 2010a). Mientras que según el “Plan de Manejo y Cogestión del Territorio Hídrico de Cebadas” existe 7968 habitantes en el sector siendo el 97% población indígena (GEF et al. 2013).

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,5)^2 (7336 \text{ hab})}{(0,05)^2 (7336 \text{ hab} - 1) + (1,96)^2 (0,5)^2} = 365,09 \rightarrow 365 \text{ habitantes}$$

El valor del tamaño de la muestra para Mocha es de 365 habitantes, considerando que existen dos zonas de estudio dentro de Mocha, la zona del Páramo de Las Abras y la Microcuenca Alta del Río Mocha, por lo que se consideró realizar 50 encuestas en cada zona por lo que se realizó una regla de tres con el valor del tamaño de la muestra de Mocha y se obtuvo una población representativa de 1005 habitantes en cada zona, esto concuerda con la Distribución poblacional por Área del cantón mocha en el cual se establece que el área rural se encuentran aproximadamente 5568 habitantes (GAD Mocha 2015)

Según el “Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia Cebadas”, este cuenta con una población aproximada de 10216 personas con una tasa de crecimiento de 2,2%. El 92,5% de personas se consideran indígenas, mientras que el 7,01% mestiza y el restante mulato, blanco, montubio (GAD Cebadas 2020).

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,5)^2 (10216 \text{ hab})}{(0,05)^2 (10216 \text{ hab} - 1) + (1,96)^2 (0,5)^2} = 370,27 \rightarrow 370 \text{ habitantes}$$

El valor del tamaño de la muestra para Cebadas es de 370 habitantes, considerando que existen una zonas de estudio dentro de Cebadas, la zona del Páramo de Guargualla, por lo que se consideró realizar 50 encuestas por lo que se realizó una regla de tres con el valor del tamaño de la muestra y se obtuvo una población representativa de 1381 habitantes, la Distribución poblacional por Área de la parroquia en el cual se establece que el área rural se encuentran aproximadamente un 85,9% de la población; por

lo que se considera que este valor es correcto ya que en la zona de estudio no existe zonas altamente pobladas.

### 3.5.2 Cuantificación de la Huella de Carbono

La cuantificación de la huella de carbono en las microcuencas altas del río Mocha, el páramo de Las Abras y el páramo de Guargualla es de vital importancia para comprender y abordar el impacto ambiental de estas áreas en relación con el cambio climático. Estas zonas son ecosistemas clave en términos de biodiversidad, almacenamiento de carbono y provisión de servicios ecosistémicos (Hofstede et al. 2020).

Implica la medición y evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades humanas y los procesos naturales en estos ecosistemas. La cuantificación de la huella de carbono permitirá identificar las principales fuentes de emisión y su contribución al calentamiento global, así como evaluar el potencial de mitigación y adaptación en cada una de estas áreas (Clément y Lenne 2010).

Se recopilarán datos sobre las actividades económicas, el uso de la tierra, la gestión de residuos y otros factores relevantes que influyen en las emisiones de carbono. Estos datos fueron analizados y cuantificados para determinar la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos en cada área de estudio (MITECO 2018).

**Tabla 31-2:** Total de emisiones de GEI

Zona	Alcance	Fuente de emisión	GEI	Unidad	Total de GEI por cada 50 habitantes	Unidad	
PÁRAMO DE LAS ABRAS	ALCANCE 2	USO DE ELECTRICIDAD	5-10\$	7,31	kg	116,91	kg CO <sub>2</sub> /kWh
			10-15\$	14,61	CO <sub>2</sub> /kWh	204,58	
			15-20\$	21,92		241,12	
			20-25\$	29,23		146,13	
			25-30\$	36,53		109,60	
			40\$ o más	58,45		58,45	
			<b>Total GEI</b>			<b>876,79</b>	
	ALCANCE 1	USO DE COMBUSTIBLE	Extra			1015,34	kg CO <sub>2</sub> /L
			Super			207,53	
			Ecopais			30,08	
			<b>Total GEI</b>			<b>1252,96</b>	
		PLAGUICIDA	Rojos	0,68	kg	15,72	kg CO <sub>2</sub> /Ha
			Amarillos	1,37	CO <sub>2</sub> /Ha	9,57	
			Azules	2,05		6,15	
Verdes	2,73			16,40			

		<b>Total GEI</b>		<b>47,84</b>				
		Fertilizantes	< 5 cuad	2713,85	kg CH <sub>4</sub> /Ha	59704,62	kg CH <sub>4</sub> /Ha	
			5 a 10 cuad	5427,69		37993,85		
			11 a 15 cuad	8141,54		24424,62		
		<b>Total GEI</b>		<b>122123,08</b>				
		Fertilizantes	< 5 cuad	55,58	kg CO <sub>2</sub> /Ha	1222,68	kg CO <sub>2</sub> /Ha	
			5 a 10 cuad	111,15		778,07		
			11 a 15 cuad	166,73		500,19		
		<b>Total GEI</b>		<b>333,46</b>		<b>2500,95</b>		
MICROCUCUENCA ALTA DEL RÍO MOCHA	ALCANCE 2	USO DE ELECTRICIDAD	5-10\$	7,31	kg CO <sub>2</sub> /kWh	0,00	kg CO <sub>2</sub> /kWh	
			10-15\$	14,61		14,61		
			15-20\$	21,92		131,52		
			20-25\$	29,23		409,17		
			25-30\$	36,53		73,07		
			40\$ o más	58,45		467,62		
			<b>Total GEI</b>		<b>1095,99</b>			
	ALCANCE 1	USO DE COMBUSTIBLE	Extra				119,63	kg CO <sub>2</sub> /L
			Super				45,66	
			<b>Total GEI</b>		<b>165,29</b>			
		PLAGUICIDA	Amarillo	1,37	kg CO <sub>2</sub> /Ha	1,37	kg CO <sub>2</sub> /Ha	
			Azul	2,05		12,30		
Verde			2,73		38,28			
		<b>Total GEI</b>		<b>51,95</b>				
		Fertilizantes	< 5 cuad	2713,85	kg CH <sub>4</sub> /Ha	35280,00	kg CH <sub>4</sub> /Ha	
			5 a 10 cuad	5427,69		75987,69		
			11 a 15 cuad	8141,54		32566,15		
		<b>Total GEI</b>		<b>143833,85</b>				
		Fertilizantes	< 5 cuad	55,58	kg CO <sub>2</sub> /Ha	722,50	kg CO <sub>2</sub> /Ha	
			5 a 10 cuad	111,15		1556,14		
			11 a 15 cuad	166,73		666,92		
		<b>Total GEI</b>		<b>2945,56</b>				
PÁRAMO DE	ALCANCE 2	USO DE ELECTRICIDAD	5-10\$	7,31	kg CO <sub>2</sub> /kWh	182,66	kg CO <sub>2</sub> /kWh	
			10-15\$	14,61		233,81		
			15-20\$	21,92		153,44		
			25-30\$	36,53		36,53		
					<b>Total GEI</b>		<b>472,44</b>	



		40\$ o más	58,45		58,45		
		<b>Total GEI</b>			<b>143833, 85</b>		
ALCANCE 1	USO DE COMBUSTIBLE	Extra			124,49	kg CO <sub>2</sub> /L	
		Super			8,30		
		Ecopais			0,00		
		<b>Total GEI</b>			<b>132,79</b>		
	PLAGUICIDA	Rojo	0,68	kg	1,37	kg	
		Amarillo	1,37	CO <sub>2</sub> /Ha	2,73	CO <sub>2</sub> /Ha	
		Azul	2,05		6,15		
		Verde	2,73		16,40		
		<b>Total GEI</b>			<b>26,66</b>		
	Fertilizantes	< 5 cuad	2713, 85	kg CH <sub>4</sub> /Ha	78701,5 4	kg CH <sub>4</sub> /Ha	
5 a 10 cuad		5427, 69		48849,2 3			
11 a 15 cuad		8141, 54		24424,6 2			
<b>Total GEI</b>				<b>151975, 38</b>			
Fertilizantes		< 5 cuad	55,58	kg CO <sub>2</sub> / Ha	1611,72	kg CO <sub>2</sub> / Ha	
	5 a 10 cuad	111,1 5		1000,38			
	11 a 15 cuad	166,7 3		500,19			
	<b>Total GEI</b>			<b>3112,29</b>			

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

### 3.5.3 Determinación de emisiones por uso de luz eléctrica

**Tabla 32-3:** Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de luz eléctrica del Páramo de Las Abras

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO		HUELLA DE CARBONO FINAL POR CADA 50 PERSONAS	
				VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD
¿Aproximadamente, cuánto paga al mes por el servicio de energía eléctrica?	5-10\$	16	32%	0,1047	USD/kWh	47,76	kWh	0,153	kg CO2/kWh	7,31	kg CO2/kWh	116,91	kg CO2/kWh
	10-15\$	14	28%			95,51				14,61		204,58	
	15-20\$	11	22%			143,27				21,92		241,12	
	20-25\$	5	10%			191,02				29,23		146,13	
	25-30\$	3	6%			238,78				36,53		109,60	
	30-40\$	0	0%			286,53				43,84		0,00	
	40\$ o más	1	2%			382,04				58,45		58,45	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

**Tabla 33-3:** Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de luz eléctrica de la Microcuenca Alta del Río Mocha

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO		HUELLA DE CARBONO FINAL POR CADA 50 PERSONAS	
				VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD
¿Aproximadamente, cuánto paga al mes por el servicio de energía eléctrica?	5-10\$	14	28%	0,1047	USD/kWh	47,76	kWh	0,153	kg CO2/kWh	7,31	kg CO2/kWh	102,29	kg CO2/kWh
	10-15\$	19	38%			95,51				14,61		277,65	
	15-20\$	8	16%			143,27				21,92		175,36	
	20-25\$	7	14%			191,02				29,23		204,58	
	25-30\$	0	0%			238,78				36,53		0,00	
	30-40\$	1	2%			286,53				43,84		43,84	
	40\$ o más	1	2%			382,04				58,45		58,45	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

**Tabla 34-3:** Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de luz eléctrica del Páramo de Guargualla

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO		HUELLA DE CARBONO FINAL POR CADA 50 PERSONAS	
				VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD
¿Aproximadamente, cuánto paga al mes por el servicio de energía eléctrica?	5-10\$	25	50%	0,1047	USD/kWh	47,76	kWh	0,153	kg CO2/kWh	7,31	kg CO2/kWh	182,66	kg CO2/kWh
	10-15\$	16	32%			95,51				14,61		233,81	
	15-20\$	7	14%			143,27				21,92		153,44	
	20-25\$	0	0%			191,02				29,23		0,00	
	25-30\$	1	2%			238,78				36,53		36,53	
	30-40\$	0	0%			286,53				43,84		0,00	
	40\$ o más	1	2%			382,04				58,45		58,45	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

Los resultados de las encuestas realizadas en el Páramo de Las Abras (Tabla 32-3) revelan que el 32% de los encuestados paga entre 5 y 10 dólares al mes en energía eléctrica, mientras que el 28% paga entre 10 y 15 dólares. Además, el 22% de los encuestados informó un rango de pago de 15 a 20 dólares, seguido por el 10% que paga entre 20 y 25 dólares. Un pequeño porcentaje, el 6%, indicó pagar entre 25 y 30 dólares mensuales, y ningún encuestado reportó pagar entre 30 y 40 dólares. Solo el 2% de los encuestados mencionó pagar 40 dólares o más por el servicio de energía eléctrica. Estos resultados reflejan una diversidad en los montos que los encuestados destinan al pago mensual de su servicio de energía eléctrica. Mientras que las encuestas realizadas en la Microcuenca Alta del río Mocha (Tabla 33-3) muestran que aproximadamente el 28% de los encuestados paga entre 5 y 10 dólares al mes por el servicio de energía eléctrica. Un 38% de los encuestados indicó que su pago mensual se encuentra en el rango de 10 a 15 dólares. Además, el 16% de los encuestados paga entre 15 y 20 dólares al mes, mientras que el 14% paga entre 20 y 25 dólares mensuales. Es importante destacar que no se registraron pagos en el rango de 25 a 30 dólares mensuales. Por otro lado, el 2% de los encuestados mencionó que paga entre 30 y 40 dólares al mes, y también hubo un 2% que informó un pago de 40 dólares o más por el servicio de energía eléctrica. Estos resultados reflejan la variabilidad en los costos mensuales asociados al consumo de energía eléctrica por parte de los encuestados y finalmente se muestra que en el Páramo de Guargualla (**Tabla** Tabla 34-3) el 50% de los encuestados informó pagar entre 5 y 10 dólares al mes por el servicio de energía eléctrica. Asimismo, el 32% indicó que su pago mensual se encuentra en el rango de 10 a 15 dólares. Un 14% de los encuestados mencionó pagar entre 15 y 20 dólares al mes. Es importante destacar que hubo pocos encuestados (2%) que declararon pagar más de 25 dólares mensuales por el servicio de energía eléctrica. Estos resultados proporcionan una idea de los diferentes niveles de gasto en este servicio por parte de los encuestados y son relevantes para analizar el consumo de energía en la muestra

Según la publicación de la revista El Universo (2021) , en Ecuador se estipula un precio de 0,1047 dólares estadounidenses por cada kilovatio hora (kWh). Este valor se utilizó como referencia en comparación con los datos establecidos en la encuesta.

Según se indica en la Tabla 31-3; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, al realizar los cálculos de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se obtuvieron los siguientes valores por cada kilovatio hora (kWh) en las respectivas zonas: en el páramo de Las Abras, se registró un valor de 876,79 kg de CO<sub>2</sub> por kWh; en la Microcuenca alta del río Mocha, se obtuvo un valor de 1095,99 kg de CO<sub>2</sub> por kWh; y en la zona del Páramo de Guargualla, se encontró un valor de 664,9 kg de CO<sub>2</sub> por kWh.

### 3.5.4 Determinación de emisiones por uso de combustible

**Tabla 35-3:** Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de combustible del Páramo de Las Abras

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO		HUELLA DE CARBONO FINAL POR CADA 50 PERSONAS		
				VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	
¿Qué tipo de combustible usa en su vehículo?	Diesel	0	0%	1,75	\$/G				2,61	kg CO2/L				
	Extra	19	38%	2,4										
	Super	8	16%	3,97										
	Ecopais	1	2%	2,4										
	No hace uso	22	44%											
¿Cuánto gasta en combustible de su vehículo semanalmente?	5-10\$	0	0%											
	10-15\$	6	12%	10,8285714	7,89583333	4,77329975	7,89583333							
	15-20\$	19	38%	21,6571429	15,7916667	9,5465995	15,7916667							
	20-25\$	2	4%	32,4857143	23,6875	14,3198992	23,6875							
	25\$ o más	1	2%	43,3142857	31,5833333	19,093199	31,5833333							
	No hace uso	22	44%	54,1428571	39,4791667	23,8664987	39,4791667							
											253,84	51,88	7,52	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

**Tabla 364-3:** Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de combustible de la Microcuenca Alta del Río Mocha

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO		HUELLA DE CARBONO FINAL POR CADA 50 PERSONAS		
				VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	
¿Qué tipo de combustible usa en su vehículo?	Diesel	0	0%	1,75	\$/G				2,61	kg CO2/L				
	Extra	17	34%	2,4										
	Super	9	18%	3,97										
	Ecopais	0	0%	2,4										
	No hace uso	24	48%											
¿Cuánto gasta en combustible de su vehículo semanalmente?	5-10\$	1	2%											
	10-15\$	14	28%	10,8285714	7,89583333	4,77329975	7,89583333							
	15-20\$	10	20%	21,6571429	15,7916667	9,5465995	15,7916667							
	20-25\$	0	0%	32,4857143	23,6875	14,3198992	23,6875							
	25\$ o más	0	0%	43,3142857	31,5833333	19,093199	31,5833333							
	No hace uso	25	50%	54,1428571	39,4791667	23,8664987	39,4791667							
											119,63	45,66	7,52	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

**Tabla 375-3:** Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de combustible del Páramo de Guargualla

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO		HUELLA DE CARBONO FINAL POR CADA 50 PERSONAS		
				VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	
¿Qué tipo de combustible usa en su vehículo?	Diesel	0	0%	1,75	\$/G				2,61	kg CO2/L				
	Extra	11	22%	2,4										
	Super	2	4%	3,97										
	Ecopais	0	0%	2,4										
	No hace uso	37	74%											
¿Cuánto gasta en combustible de su vehículo semanalmente?	5-10\$	1	2%											
	10-15\$	11	22%	10,8285714	7,89583333	4,77329975	7,89583333							
	15-20\$	0	0%	21,6571429	15,7916667	9,5465995	15,7916667							
	20-25\$	1	2%	32,4857143	23,6875	14,3198992	23,6875							
	25\$ o más	0	0%	43,3142857	31,5833333	19,093199	31,5833333							
	No hace uso	37	74%	54,1428571	39,4791667	23,8664987	39,4791667							
											124,49	8,30	0,00	

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

En las encuestas realizadas en el Páramo de Las Abras (Tabla 35-3) se muestran que ningún encuestado utiliza Diesel como combustible. El 38% de los encuestados utiliza combustible Extra, mientras que el 16% utiliza combustible Super. Solo el 2% de los encuestados menciona utilizar Ecopaís como combustible. Por otro lado, el 44% de los encuestados indica que no hace uso de combustible en su vehículo, lo que puede significar que no poseen un vehículo o que utilizan medios de transporte alternativos. Estos resultados reflejan una variedad en el tipo de combustible utilizado por los encuestados, así como una proporción considerable de personas que no hacen uso de combustible en sus vehículos; ningún encuestado gasta entre 5 y 10 dólares en combustible semanalmente. El 12% de los encuestados gasta entre 10 y 15 dólares, mientras que el 38% gasta entre 15 y 20 dólares. Solo el 4% de los encuestados gasta entre 20 y 25 dólares, y el 2% menciona gastar 25 dólares o más en combustible semanalmente. Por otro lado, el 44% de los encuestados indica que no hace uso de combustible para su vehículo, lo que puede implicar que no poseen un vehículo o que utilizan medios de transporte alternativos.

En la encuesta realizada en la Microcuenca Alta del río Mocha (Tabla 36-3) se determinó que ninguno de los encuestados utiliza combustible Diesel en sus vehículos, lo que representa el 0% de las respuestas. Por otro lado, el 34% de los encuestados indicó que utiliza combustible Extra en sus vehículos, mientras que el 18% utiliza combustible Super. No se registraron respuestas en la opción de combustible Ecopaís. Por último, el 48% de los encuestados mencionó que no hace uso de combustible en sus vehículos. Estos resultados reflejan las preferencias y patrones de uso de combustible de los encuestados en relación con sus vehículos; se muestran que el 2% de los encuestados gasta entre 5 y 10 dólares semanalmente en combustible. Por otro lado, el 28% de los encuestados informó un gasto de entre 10 y 15 dólares por semana, mientras que el 20% gastó entre 15 y 20 dólares. No se registraron respuestas en las opciones de gasto de 20 a 25 dólares o de 25 dólares en adelante. Además, el 50% de los encuestados mencionó que no hace uso de combustible en sus vehículos. Estos resultados proporcionan información sobre los patrones de gasto en combustible de los encuestados y reflejan la variabilidad en los montos gastados semana a semana.

Mientras que las encuestas realizadas en el Páramo de Guargualla (Tabla 37-3) mostro que ninguno de los encuestados utiliza Diesel como combustible para sus vehículos. El 22% de los encuestados indicó usar combustible extra, mientras que solo el 4% mencionó utilizar combustible Super. Por otro lado, la gran mayoría de los encuestados, el 74%, declaró no hacer uso de vehículos, lo que implica que no requieren combustible para sus desplazamientos. Estos resultados reflejan una preferencia predominante por el uso de combustible extra y una proporción relativamente baja de uso de combustible super en los vehículos de la muestra; se muestra que el 2% de los encuestados gasta entre 5 y 10 dólares por semana en combustible, mientras que el 22% gasta entre 10 y 15 dólares. En cuanto a los gastos superiores, el 2% de los encuestados gasta entre 20 y 25 dólares por semana en combustible. Es importante destacar que la mayoría de los encuestados, el 74%, declaró no hacer uso de vehículos,

lo que implica que no tienen gastos asociados al combustible. Estos resultados sugieren que la mayoría de los encuestados que utilizan vehículos gastan cantidades moderadas en combustible, dentro del rango de 5 a 15 dólares por semana

Se estableció una relación entre el costo semanal del combustible para vehículos y los precios por galón correspondientes a cada tipo de combustible. Se encontró que el precio pagado por galón es de \$1,75 para el Diesel, \$2,24 para la gasolina Extra, \$3,97 para la gasolina Super y \$2,40 para el Ecopais (Ecuador avisos 2023)

Según se indica en la Tabla 31-3, al realizar los cálculos de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se obtuvieron los siguientes valores por cada Litro en las respectivas zonas: en el páramo de Las Abras, se registró un valor de 1252,96 kg de CO<sub>2</sub> por Litro; en la Microcuenca alta del río Mocha, se obtuvo un valor de 165,29 kg de CO<sub>2</sub> por Litro; y en la zona del Páramo de Guargualla, se encontró un valor de 129,37 kg de CO<sub>2</sub> por Litro.

### 3.5.5 Determinación de emisiones por plaguicidas y fertilizantes

**Tabla 38-3:** Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de plaguicidas y fertilizantes del Páramo de Las Abras

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO		HUELLA DE CARBONO FINAL POR CADA 50 PERSONAS	
				VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD
¿Cuál es la extensión del terreno cultivable que usted posee?	< 5 cuad	23	46%	0,7056	Ha	3,528	Ha						
	5 a 10 cuad	7	14%			7,056							
	11 a 15 cuad	3	6%			10,584							
	16 a 20 cuad	0	0%			14,112							
	> 20 cuad	0	0%			14,112							
	No posee	17	34%			--							
¿Qué tipo de plaguicida utiliza?	Rojo	1	2%	6,8	kg/Ha	23,9904	kg	35,1	kg CO2/Ha	0,683487179	kg CO2/Ha	0,683487179	kg CO2/Ha
	Amarillo	0	0%			47,9808				1,366974359		0	
	Azul	3	6%			71,9712				2,050461538		6,151384615	
	Verde	22	44%			95,9616				2,733948718		60,14687179	
	Desconoce	3	6%			95,9616				2,733948718		8,201846154	
	No realiza actividad	21	42%			--				--		--	
¿Qué tipo de fertilizante utiliza?	Orgánico	8	16%	1000	kg/Ha	3528	kg	1,3	kg CH4/Ha	2713,846154	kg CH4/Ha	62418,46154	kg CH4/ha*d
	Químico	5	10%			7056				5427,692308		37993,84615	
	Orgánico y químico	19	38%			10584				8141,538462		24424,61538	
	Otro	0	0%			14112				10855,38462		0	
	No realiza actividad	18	36%			--				--		--	
	Orgánico	8	16%			1000				kg/Ha		3528	
Químico	5	10%	7056	111,1531191	778,0718336								
Orgánico y químico	19	38%	10584	166,7296786	500,1890359								
Otro	0	0%	14112	222,3062382	0								
No realiza actividad	18	36%	--	--	--								

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

**Tabla 39-3:** Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de plaguicidas y fertilizantes en la Microcuenca Alta del Río Mocha

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO		HUELLA DE CARBONO FINAL POR CADA 50 PERSONAS	
				VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD
¿Cuál es la extensión del terreno cultivable que usted posee?	< 5 cuad	13	26%	0,7056	Ha	3,528	Ha						
	5 a 10 cuad	14	28%			7,056							
	11 a 15 cuad	4	8%			10,584							
	16 a 20 cuad	0	0%			14,112							
	> 20 cuad	0	0%			14,112							
	No posee	19	38%			--							
¿Qué tipo de plaguicida utiliza?	Rojo	0	0%	6,8	kg/Ha	23,9904	kg	35,1	kg CO2/Ha	0,683487179	kg CO2/Ha	0	kg CO2/Ha
	Amarillo	1	2%			47,9808				1,366974359		1,366974359	
	Azul	6	12%			71,9712				2,050461538		12,30276923	
	Verde	14	28%			95,9616				2,733948718		38,27528205	
	Desconoce	2	4%			95,9616				--		--	
	No realiza actividad	27	54%			--				--		--	
¿Qué tipo de fertilizante utiliza?	Orgánico	8	16%	1000	kg/Ha	3528	kg	1,3	kg CH4/Ha	2713,846154	kg CH4/Ha	35280	kg CH4/ha*d
	Químico	3	6%			7056				5427,692308		75987,69231	
	Orgánico y químico	18	36%			10584				8141,538462		32566,15385	
	Otro	0	0%			14112				10855,38462		0	
	No realiza actividad	21	42%			--				--		--	
	Orgánico	8	16%			1000				kg/Ha		3528	
Químico	3	6%	7056	111,1531191	1556,143667								
Orgánico y químico	18	36%	10584	166,7296786	666,9187146								
Otro	0	0%	14112	222,3062382	0								
No realiza actividad	21	42%	--	--	--								

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

**Tabla 40-3:** Cuantificación de la Huella de Carbono por uso de plaguicidas y fertilizantes del Páramo de Guargualla

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO		HUELLA DE CARBONO FINAL POR CADA 50 PERSONAS	
				VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD
¿Cuál es la extensión del terreno cultivable que usted posee?	< 5 cuad	29	58%	0,7056	Ha	3,528	Ha						
	5 a 10 cuad	9	18%			7,056							
	11 a 15 cuad	3	6%			10,584							
	16 a 20 cuad	0	0%			14,112							
	> 20 cuad	0	0%			14,112							
	No posee	9	18%			--							
¿Qué tipo de plaguicida utiliza?	Rojo	2	4%	6,8	kg/Ha	23,9904	kg	35,1	kg CO2/Ha	0,683487179	kg CO2/Ha	1,366974359	kg CO2/Ha
	Amarillo	2	4%			47,9808				1,366974359			
	Azul	3	6%			71,9712				2,050461538		6,151384615	
	Verde	6	12%			95,9616				2,733948718		16,40369231	
	Desconoce	10	20%			95,9616				2,733948718		--	
	No realiza actividad	27	54%			--				--			
¿Qué tipo de fertilizante utiliza?	Orgánico	16	32%	1000	kg/Ha	3528	kg	1,3	kg CH4/Ha	2713,846154	kg CH4/Ha	78701,53846	kg CH4/ha*d
	Químico	6	12%			7056				5427,692308		48849,23077	
	Orgánico y químico	17	34%			10584				8141,538462		24424,61538	
	Otro	0	0%			14112				10855,38462		--	
	No realiza actividad	11	22%			--				--			
	Orgánico	16	32%			1000				kg/Ha		3528	
Químico	6	12%	7056	111,1531191	1000,378072								
Orgánico y químico	17	34%	10584	166,7296786	500,1890359								
Otro	0	0%	14112	222,3062382	--								
No realiza actividad	11	22%	--	--									

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022



### 3.5.5.1 Emisión por plaguicidas

Según se puede observar en base a las encuestas realizadas en el Páramo de Las Abras (Tabla 38-3), se puede observar que el tipo de plaguicida más utilizado es el verde, con un 44% de las respuestas. Los plaguicidas sellos rojo y azul tienen una menor presencia, con un 2% y un 6% respectivamente. Por otro lado, un 42% de las personas encuestadas indicaron que no realizan actividad con plaguicidas, mientras que un 6% desconoce el tipo de plaguicida utilizado; el 46% de los encuestados posee terrenos cultivables de menos de 5 cuadras. Por otro lado. El 14% de los encuestados tiene terrenos cultivables de 5 a 10 cuadras, y solo el 6% posee terrenos de 11 a 15 cuadras. No se encontraron encuestados que posean terrenos de 16 a 20 cuadras o más de 20 cuadras. Además, un 34% de los encuestados indica que no posee terrenos cultivables. Estos resultados reflejan una distribución variable en cuanto a la extensión de los terrenos cultivables, con la mayoría de los encuestados poseyendo terrenos de tamaño pequeño o nulo.

En las encuestas realizadas en la Microcuenca alta del Río Mocha (Tabla 39-3) los resultados muestran que ninguno de los encuestados utiliza plaguicidas de sello rojo, lo que representa un 0% de las respuestas. Sin embargo, un pequeño porcentaje, el 2%, utiliza plaguicidas de sello amarillo, mientras que el 12% prefiere los plaguicidas de sello azul. El tipo más comúnmente utilizado es el verde, con un 28% de los encuestados optando por este sello de plaguicida. Además, se observa que un 4% de los encuestados desconoce el tipo de plaguicida que utiliza. Por otro lado, una mayoría significativa del 54% de los encuestados declara no realizar ninguna actividad con plaguicidas. Estos resultados resaltan las variadas preferencias y niveles de conocimiento en torno al uso de plaguicidas entre los encuestados. El 26% de los encuestados posee terrenos cultivables de menos de 5 cuadras, mientras que el 28% tiene terrenos de 5 a 10 cuadras. Además, un 8% de los encuestados posee terrenos de 11 a 15 cuadras. No se encontraron encuestados que posean terrenos de 16 a 20 cuadras o más de 20 cuadras. Por otro lado, un 38% de los encuestados indica que no posee terrenos cultivables. Estos resultados muestran una diversidad en la extensión de los terrenos cultivables, con una proporción significativa de encuestados que tienen terrenos de tamaño pequeño o nulo.

Mientras que en las encuestas realizadas en el Páramo de Guargualla (Tabla 40-3) muestran que un 4% de los encuestados utiliza plaguicidas de sello rojo y otro 4% utiliza plaguicidas de sello amarillo. El 6% utiliza plaguicidas de sello azul, mientras que un 12% opta por los plaguicidas de sello verde. Además, un 20% de los encuestados indica desconocer el tipo de plaguicida que utiliza. Por otro lado, la mayoría abrumadora del 54% de los encuestados declara no realizar ninguna actividad con plaguicidas. Estos resultados demuestran una diversidad en las preferencias de plaguicidas entre los encuestados, así como una proporción considerable de encuestados que desconocen el tipo de plaguicida que utilizan o que no utilizan plaguicidas en absoluto. El 58% de los encuestados posee terrenos cultivables de menos de 5 cuadras, lo que indica una mayoría significativa. Además, el 18% de los

encuestados tiene terrenos de 5 a 10 cuadras, mientras que un 6% posee terrenos de 11 a 15 cuadras. No se encontraron encuestados que posean terrenos de 16 a 20 cuadras o más de 20 cuadras. Por otro lado, el 18% de los encuestados indica que no posee terrenos cultivables. Estos resultados destacan que la mayoría de los encuestados tiene terrenos cultivables de tamaño pequeño, y un porcentaje considerable no posee terrenos cultivables en absoluto.

Se estableció una correlación entre las hectáreas cultivables y un valor de conversión de 6,8 kilogramos por hectárea. Este valor representa la cantidad estimada de un insumo o producto agrícola específico utilizado por cada hectárea de tierra cultivada (IDEAM).

Según se indica en la Tabla 31-3, al realizar los cálculos de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se obtuvieron los siguientes valores por cada Hectárea Litro en las respectivas zonas: en el páramo de Las Abras, se registró un valor de 47,84 kg de CO<sub>2</sub> por Hectárea; en la Microcuenca alta del río Mocha, se obtuvo un valor de 51,95 kg de CO<sub>2</sub> por Hectárea; y en la zona del Páramo de Guargualla, se encontró un valor de 26,66 kg de CO<sub>2</sub> por Hectárea

#### *3.5.5.2 Emisión por fertilizantes*

En las encuestas realizadas en el Páramo de Las Abras (Tabla 38-3), el 16% de los encuestados utiliza fertilizantes orgánicos, mientras que el 10% prefiere los fertilizantes químicos. Además, un porcentaje considerable del 38% utiliza tanto fertilizantes orgánicos como químicos, lo que indica una combinación de ambos en sus prácticas de fertilización. Ningún encuestado indica utilizar otro tipo de fertilizante. Por otro lado, el 36% de los encuestados declara no realizar ninguna actividad de fertilización. Estos resultados reflejan una variedad en las preferencias y enfoques de fertilización entre los encuestados, con un enfoque significativo en el uso de fertilizantes orgánicos y una proporción notable que combina el uso de fertilizantes orgánicos y químicos.

En las encuestas realizadas en la Microcuenca alta del Río Mocha (Tabla 39-3), el 16% de los encuestados utiliza fertilizantes orgánicos, mientras que solo un 6% prefiere los fertilizantes químicos. Además, un porcentaje considerable del 36% utiliza tanto fertilizantes orgánicos como químicos, lo que indica una combinación de ambos en sus prácticas de fertilización. Ningún encuestado indica utilizar otro tipo de fertilizante. Por otro lado, el 42% de los encuestados declara no realizar ninguna actividad de fertilización. Estos resultados resaltan una preferencia marcada por el uso de fertilizantes orgánicos, una menor preferencia por los fertilizantes químicos y una proporción significativa que combina ambos tipos. Además, un porcentaje considerable de encuestados no se involucra en ninguna actividad de fertilización.

En base a las encuestas realizadas en el Páramo de Guargualla (Tabla 40-3), el 32% de los encuestados utiliza fertilizantes orgánicos, mientras que el 12% prefiere los fertilizantes químicos. Por otro lado, un alto porcentaje del 34% utiliza tanto fertilizantes orgánicos como químicos, lo que indica una combinación de ambos en sus prácticas de fertilización. Ningún encuestado indica utilizar otro tipo de

fertilizante. Además, el 22% de los encuestados declara no realizar ninguna actividad con fertilizantes. Estos resultados reflejan una diversidad en las preferencias y enfoques de fertilización entre los encuestados, con un enfoque notable en el uso de fertilizantes orgánicos y una proporción significativa que combina el uso de fertilizantes orgánicos y químicos.

Según Ortiz (2022) en Ecuador, se emplean principalmente tres variedades de fertilizantes: urea, muriato de potasio y fosfato diamónico. Durante el período comprendido entre 2019 y 2021, las importaciones de urea representaron aproximadamente el 56,4% del volumen total de productos químicos agrícolas importados en el país.

En un estudio realizado por Pumisacho y Velásquez (2009), se estableció una correlación entre las hectáreas cultivables y el uso de insumos agrícolas, determinando que se necesitan aproximadamente 1000 kilogramos de insumos por hectárea. Además, se ha observado en la práctica que los agricultores suelen utilizar alrededor de 20 sacos de insumos, siendo que cada saco tiene un peso promedio de 50 kilogramos (Andrade y Torres 2011).

Según se indica en la Tabla 31-3, al realizar los cálculos de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se obtuvieron los siguientes valores por cada Hectárea Litro en las respectivas zonas: en el páramo de Las Abras, se registró un valor de 122123,08 kg de CH<sub>4</sub> por Hectárea y 2500,95 kg CO<sub>2</sub>/ Ha; en la Microcuenca alta del río Mocha, se obtuvo un valor de 143833,85 kg de CH<sub>4</sub> por Hectárea y 2945,56 kg de CO<sub>2</sub> por Hectárea; y en la zona del Páramo de Guargualla, se encontró un valor de 151975,38 kg de CH<sub>4</sub> por Hectárea y 3112,29 kg de CO<sub>2</sub> por Hectárea.

**Tabla 41-3:** Cuantificación Total de CO<sub>2</sub> eq emitido a la atmósfera

Zona	Alcance		Total	Unidad	Factor de Conversión kg CO <sub>2</sub> eq	Total, CO <sub>2</sub> emitido kg CO <sub>2</sub> eq
<b>Páramo de las Abras</b>	<b>Alcance 2</b>	Uso de la electricidad	876,79	kg CO <sub>2</sub> /kWh	0,182	159,58
	<b>Alcance 1</b>	Uso de combustible	313,24	kg CO <sub>2</sub> /L	2.505	784.666,20
		Plaguicida	75,18	kg CO <sub>2</sub> /Ha	6,45	484,91
		Fertilizantes	124.836,92	kg CH <sub>4</sub> /Ha	0,19	23719,01
		Fertilizantes	2.556,52	kg CO <sub>2</sub> /Ha	9,67	24721,55
<b>Microcuenca Alta del Río Mocha</b>	<b>Alcance 2</b>	Uso de la electricidad	862,18	kg CO <sub>2</sub> /kWh	0,182	156,92
	<b>Alcance 1</b>	Uso de combustible	176,23	kg CO <sub>2</sub> /L	2.505	441.456,15
		Plaguicida	51,95	kg CO <sub>2</sub> /Ha	6,45	335,08
		Fertilizantes	143.833,85	kg CH <sub>4</sub> /Ha	0,19	27.328,43

		Fertilizantes	2.945,55	kg CO <sub>2</sub> /Ha	9,67	28.483,47
<b>Páramo de Guarguallá</b>	<b>Alcance 2</b>	Uso de la electricidad	664,9	kg CO <sub>2</sub> /kWh	0,182	121,01
	<b>Alcance 1</b>	Uso de combustible	132,79	kg CO <sub>2</sub> /L	2.505	332.638,95
		Plaguicida	26,65	kg CO <sub>2</sub> /Ha	6,45	171,89
		Fertilizantes	151.975,39	kg CH <sub>4</sub> /Ha	0,19	28.875,32
		Fertilizantes	3.112,29	kg CO <sub>2</sub> /Ha	9,67	30.095,84
<b>TOTAL</b>						1.723.414,32

Realizado por: Barahona, V; Cargua, N, 2022

De acuerdo con la Tabla 41-3, se tiene que, entre las tres zonas estudiadas, se emite 1723,41 Ton CO<sub>2</sub> eq lo que de acuerdo con (Isch López, 2012), las actividades agrícolas es la que más CO<sub>2</sub> emite a la atmósfera, en todas sus etapas, desde la modificación del área para el cultivo hasta su disposición final.

## CONCLUSIONES

- Realizado el levantamiento de la línea base de las tres zonas de estudio, se puede mencionar que las principales actividades realizadas son la ganadería y la agricultura, sus climas oscilan entre 5 °C a 15 °C, se puede encontrar paja como su flora más común, almohadillas, como su fauna se encuentran animales domésticos y lobos.
- La norma ISO 14064- 2019, el alcance 1 y alcance 2, son los principales parámetros que se usan para la cuantificación de la huella de carbono, donde se obtuvo un valor 11,77 Ton CO<sub>2</sub> eq al sumar las emisiones generadas de las tres zonas de estudio.
- Las muestras analizadas dentro del laboratorio, se consideró que los suelos son francos arenosos, y mantienen una gran cantidad de materia orgánica, que va desde el 8,5% - 32% aproximadamente, los cuales mantienen un porcentaje de carbono dentro del suelo, que van en un rango del 3,5 % - 11% por lo tanto los páramos se consideran sumideros de carbono.
- El impacto generado por las actividades agroganaderas de las zonas de estudio causa impactos negativos ya que se obtuvieron valores de -3 681 para la Microcuenca alta del Río Mocha, - 3899 para el Páramo de las Abras y -4 077 para el páramo de Guarguallá.
- En la Zona Páramo de las Abras, el mayor contribuyente a las emisiones de GEI es el uso de combustible en el alcance 1, con un total de 1252.96 kg CO<sub>2</sub> por cada 50 habitantes. Este dato indica que el consumo de combustible tiene un impacto significativo en las emisiones de GEI en esta zona. Además, el uso de fertilizantes también representa una fuente importante de emisiones de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>. En cuanto al alcance 2, se destaca el uso de electricidad como fuente de emisión en diferentes rangos de costos. Las emisiones asociadas al uso de electricidad varían de 116.91 kg CO<sub>2</sub>/kWh a 58.45 kg CO<sub>2</sub>/kWh, dependiendo del rango de costos. Esto sugiere que la elección de proveedores de electricidad más sostenibles o la adopción de fuentes de energía renovable pueden reducir las emisiones de GEI en esta zona.
- En la Microcuenca Alta del Río Mocha, las emisiones de GEI también están influenciadas por el uso de combustible en el alcance 1, con un total de 165.29 kg CO<sub>2</sub> por cada 50 habitantes. Sin embargo, las emisiones de GEI asociadas al uso de electricidad son mucho menores en esta zona, alcanzando un total de 1095.99 kg CO<sub>2</sub>. En cuanto al uso de plaguicidas y fertilizantes, se observa que también contribuyen a las emisiones de GEI en ambas zonas. El uso de fertilizantes en particular tiene un impacto significativo en las emisiones de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>.
- Según el Acuerdo Ministerial 097 Anexo 2; los valores de pH de las muestras de las zonas A y P se encuentran dentro del rango establecido de 6 a 8, puesto que los valores de la muestra A tienen un rango de pH de entre 6,53 y 7,57, mientras que las muestras de las muestras P

presentan un rango de 6,31 a 6,83; mientras que las muestras de la zona PG tienen rangos de a 5,70 y 6,33 valores por debajo del límite establecido. En cuanto a la conductividad eléctrica las muestras A, P y PG presentan valores inferiores al límite establecido de 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En cuanto a las densidades, las muestras de la muestra A tienen una densidad real y aparente más baja en comparación con las muestras de las muestras P y PG. Esto sugiere que las muestras de la muestra A pueden tener una estructura de suelo más suelta o menos compacta. Finalmente, en relación al porcentaje de materia orgánica, las muestras de la muestra PG presentan los valores más bajos, seguidas por las muestras de la muestra A, mientras que las muestras de la muestra P muestran los valores más altos. Se establece variabilidad en el contenido de materia orgánica (% MO), carbono oxidable por volumetría (%), nitrógeno total Kjeldahl (% NTK) y capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) en las diferentes muestras. En el grupo A, se puede notar que las muestras A3 y A7 presentan los valores más altos en la mayoría de los parámetros evaluados, mientras que las muestras A5 y A6 muestran los valores más bajos. En el grupo P, las muestras P1 y P2 destacan por tener valores más bajos de materia orgánica y carbono oxidable, mientras que la muestra P6 muestra los valores más altos en estos parámetros. La muestra P1 también muestra el valor más alto de nitrógeno total Kjeldahl. En el grupo PG, las muestras PG2 y PG8 presentan los valores más altos de carbono oxidable y nitrógeno total Kjeldahl, mientras que la muestra PG1 muestra el valor más bajo en estos parámetros. Se puede destacar que el promedio de la relación C/N es mayor en el primer conjunto con un valor de 12.428 en comparación con P y PG que tuvieron valores de 9.2213 y 2.4813, respectivamente. Además, los contenidos de fósforo, potasio y cloruros son mayores en la zona A en comparación a la zona P y PG. Por otro lado, los contenidos de nitratos y sulfatos son más altos en la zona P, mientras que el contenido de sodio es más alto en la zona PG. Estas diferencias en los valores de las características pueden indicar variaciones significativas en la composición de las muestras, lo que podría ser relevante para su uso o análisis posterior. Existe variabilidad en los contenidos de calcio (Ca), cobre (Cu), manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn), cadmio (Cd), níquel (Ni) y cromo (Cr) en las diferentes muestras. En el grupo A, se puede notar que las muestras A1 y A2 presentan niveles más altos en comparación con el resto de las muestras en la mayoría de los elementos evaluados. Por otro lado, las muestras A4 y A7 presentan niveles más bajos en general. En el grupo P, las muestras P1, P2 y P3 destacan por tener niveles más altos de calcio, manganeso y hierro en comparación con el resto de las muestras. Sin embargo, la muestra P8 muestra los niveles más bajos en la mayoría de los elementos evaluados. En el grupo PG, las muestras PG6 y PG7 presentan niveles más altos en general, especialmente en calcio, cobre y manganeso. Por otro lado, la muestra PG4 muestra los niveles más bajos en la mayoría de los elementos evaluados.

## RECOMENDACIONES

- La selección de una metodología apropiada para el cálculo de la Huella de Carbono en los páramos, buscando que dicha metodología cumpla con los propósitos establecidos en el estudio
- Identificar las principales fuentes de emisiones de GEI en los páramos. Esto puede incluir la quema de combustibles fósiles, la deforestación, la ganadería, la agricultura intensiva, entre otros. Cuantificar y registrar las emisiones de cada fuente específica es esencial para obtener resultados precisos.
- Realizar monitoreos y actualización de la Huella de carbono puesto que no es un cálculo estático, debe ser revisado y actualizado regularmente para reflejar los cambios en las actividades humanas y en la gestión de los páramos. Esto permite evaluar el progreso en la reducción de emisiones y tomar medidas correctivas cuando sea necesario.
- Importancia de comunicar los resultados del cálculo de la huella de carbono a las partes interesadas relevantes, como las autoridades locales, las comunidades locales y las organizaciones ambientales. Esto puede ayudar a crear conciencia sobre el impacto de las actividades humanas en los páramos y promover la adopción de medidas de mitigación.

## BIBLIOGRAFÍA

**AFNOR GROUPE**, 2022. ISO 14067 Certification - Product Carbon Footprint. [en línea]. [consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://international.afnor.com/en/shop/type-of-service/management-system-certifications/iso-14067-carbon-footprint-certification/>.

**ANDRADE, J. y TORRES, L.**, 2011. Cantidad de fertilizante a aplicar. *Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador* [en línea]. [consulta: 30 mayo 2023]. Disponible en: <https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/17/cantidad-de-fertilizante-a-aplicar/>.

**BARRAGÁN, R., ORMAZA, J., VARGAS, G. y ESTRELLA, G.**, 2019. Derechos de la naturaleza frente a los delitos ambientales provocados por las actividades antropogénicas en la provincia de Los Ríos. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, vol. 3,

**BARREIRO, I.**, 2014. *Contaminación Atmosférica e Impacto en la Salud de Habitantes de la Via Manta-Rocafuerte, ebido a Concentraciones de MP 10, Periodo Enero 2012 - Junio 2013*. Manta: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

**BERMEO, C. y CORREA, M.**, 2020. *Determinación de Carbono Orgánico en el Suelo Andino de Ichubamba y Guargualla, Parroquia Cebadas*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

**BERMEO, C. y CORREA, M.**, 2022. «DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN EL SUELO ANDINO DE ICHUBAMBA Y GUARGUALLA, PARROQUIA CEBADAS». . S.I.:

**BLANCO, T.**, 2020. Qué es la huella de carbono y cómo entender este indicador ambiental. *BBVA*.

**BRICEÑO, J., TONATO, E., SILVA, M., PAREDES, M. y ARMADO, A.**, 2020. Evaluación del contenido de metales en suelos y tejidos comestibles de *Allium fistulosum* L. cultivado en zonas cercanas al volcán Tungurahua. *Granja*, vol. 32, no. 2, ISSN 13908596. DOI 10.17163/lgr.n32.2020.09.

**CAICEDO, L., MÉNDEZ, F., GUTIÉRREZ, E. y FLORES, J.**, 2021. Medición de humedad en suelos, revisión de métodos y características. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, vol. 9, no. 17, DOI 10.29057/icbi.v9i17.7035.



**CAMACHO, M.**, 2013. Los Páramos Ecuatorianos: Caracterización y Consideraciones para su Conservación y Aprovechamiento Sostenible. *ANALES*,

**CAR, CAEM y CCB**, 2013. Guía Metodológica para el Cálculo de la Huella de Carbono Corporativa a Nivel Sectorial. . Bogotá:

**CARBON TRUST, DEFRA, BSI BRITICH STANDARDS, PE INTERNATIONAL, FOOD AND DRINK FEDERATION, MANCHESTER BUSINESS SCHOOL, EUGEOS LTD y ADAS UK LTD**, 2008. *Guide to PAS 2050 : How to assess the carbon footprint of goods and services*. London: BSI. ISBN 9780580646362.

**CÁRDENAS, M.**, 2015. *Evaluación de la Calidad de los Suelos de Páramo Intervenidos y no Intervenidos en la Comuna Monjas Bajo, Parroquia Juan Montalvo, Cantón Cayambe*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.

**CARRASCO, J.**, 2015. Mecanismo para la Mitigación Voluntaria de Emisiones de Gases Efecto Invernadero para Colombia. . Colombia:

**CARRASCO, M., PADILLA, A. y ECHEVERRÍA, M.**, 2016. Análisis del Ecosistema Páramo Igualata frente al Cambio Climático en base a los Recursos Naturales. *Perfiles*, vol. 1, no. 15, ISSN 2477-9105.

**CASTILLO, C.**, 2005. *Selección y Calibración de Indicadores Locales y Técnico para Evaluar la Degradación de los Suelos laderas, en la Microcuenca Cuscamá el Tuma-La Dalia Matagalpa*. Managua: Universidad Nacional Agraria.

**CERES**, 2022. GM OBB del Ecuador gestiona sus huellas hídricas y de carbono en los suelos de los páramos. *Organizaciones Comprometidas y que promueven la Responsabilidad Social en el Ecuador* [en línea]. [consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.redceres.com/post/gm-obb-del-ecuador-gestiona-sus-huellas-hidricas-y-de-carbono-en-los-suelos-de-los-paramos>.

**CHUNCHO, L., URIGUEN, P. y APOLO, N.**, 2021. Ecuador: economic analysis of the development of the agricultural and industrial sector in the period 2000-2018. *Universidad Técnica de Machala*.

**CIANCAGLINI, N.**, 2015. R-001-Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico. . Argentina:

**CLÉMENT, C. y LENNE, P.**, 2010. *Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina*. Francia: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

**CONSULSUA CIA. LTDA.**, 2014. Estudio de Impacto Ambiental Definitivo Sistema de Transmisión de Extra Alta Tensión y Sistemas Asociados. . Ecuador:

**CORDERO, D., MORENO, A. y KOSMUS, M.**, 2008. *Manual para el Desarrollo de Programas de pago/compensación por Servicios Ambientales*. Quito: Equipo Regional de Competencia en Financiamiento Ambiental.

**COSTANTINI, A., PEREZ, G., BUSTO, M., GONZÁLEZ, F., CONSENTINO, V., ROMANIUK, R. y TABOADA, M.**, 2018. Instituto de Suelos Costantini Emisiones gases efecto invernadero producción ganadera. ,

**CSR**, 2017. La textura en los Suelos Agrícolas. *CSR Laboratorio* [en línea]. [consulta: 30 octubre 2022]. Disponible en: <https://csrlaboratorio.es/>.

**CTFE**, 2019. Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado de Ecuador. . Ecuador:

**CUNALATA, C. y INGA, C.**, 2012. *Cuantificación de Carbono total almacenado en suelos de Páramos en las Comunidades Shobol-Chimborazo, San Juan Chimborazo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

**DAS, P.**, 2021. Source and Types of Air Pollutant. *Indira Gandhi National Tribal University* [en línea]. [consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <http://www.igntu.ac.in/eContent/IGNTU-eContent-674613883400-B.Sc-EnvironmentalSciences-2-PallaviDas-EnvironmentalPollutionandHumanHealth-2.pdf>.

**ECUADOR AVISOS**, 2023. Precios de combustible en Ecuador 2023 (Actualizado). ,

**EL UNIVERSO**, 2021. Ecuador tiene tarifas eléctricas más económicas que Colombia y Perú. *EKOS* [en línea], [consulta: 28 mayo 2023]. Disponible en: <https://ekosnegocios.com/articulo/ecuador-tiene-tarifas-electricas-mas-economicas-que-colombia-y-peru>.

**EPA**, 2022. Greenhouse Gas. *United States Environmental Protection Agency* .

**FAO y MADS**, 2018. *Guía de buenas prácticas para la Gestión y uso Sostenible de los Suelos en Áreas Rurales*. S.l.: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. ISBN 978-92-5-130425-9.

**FONAG**, 2021. Estimación de stocks y flujos de carbono en los ecosistemas altoandinos de Paluguiló. *Fondo para la Protección del Agua* [en línea]. [consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.fonag.org.ec/web/estimacion-de-stocks-y-flujos-de-carbono-en-los-ecosistemas-altoandinos-de-paluguiló/>.

**FONSECA, J., PÁEZ, E. y CORREDOR, E.**, 2018. *Metodologías para la estimación de sostenibilidad agropecuaria*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. ISBN e-ISBN:978-958-651-650-1.

**GAD CEBADAS**, 2020. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Cebadas*. Cebadas: s.n.

**GAD MOCHA**, 2015. Plan de Desarrollo Cantonal de Mocha. . Mocha:

**GAIBAQ**, 2022. Ficha de muestreo de suelos. *Grupo Asociado de Investigación en Biotecnología Ambiente y Química* [en línea]. [consulta: 29 octubre 2022]. Disponible en: <https://gaibaquespoch.com/>.

**GAIBAQ**, 2023. Métodos y Procedimientos de ensayo para Caracterización/Análisis de Suelos, Residuos Orgánicos y Compost en Laboratorio. . Riobamba:

**GAMARRA, C., DÍAZ, M., VERA, M., GALEANO, M. y CABRERA, A.**, 2018. Relación carbono-nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco paraguayo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 9, no. 46, DOI 10.29298/rmcf.v9i46.134.

**GAONA, P. y PRADA, L.**, 2019. *Aporte a la Construcción de Plan de Manejo Comunitario para el Recurso suelo, sometido al Cultivo de papa. Caso estudio vereda Páramo alto, Municipio de Cogua, Cundinamarca*. Bogotá: Universidad el Bosque.

**GEF, GADPCH, BANCO MUNDIAL, MAATE, ECOCIENCIA y COMICH**, 2013. Plan de Manejo y Cogestión del Territorio Hídrico de Cebadas. . Chimborazo:

**GEOINFORMÁTICA Y SISTEMAS CIA. LTDA**, 2015. *Estudio del Estado actual del Ecosistema Páramo en Tungurahua*. Tungurahua: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua .

**GHALI, O.**, 2011. *The effects of climate change on Forest Industry and Environment: Finland and Morocco*. Saimaa: Saimaa University of Applied Sciences.

**GOBIERNO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**, 2021. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. .

**GONZÁLEZ, H., MÉNDEZ, V. y IZQUIERDO, J.**, 2014. Determinación de la huella de carbono en el cultivo de arroz *Oryza sativa* en el distrito de riego el Juncal, Huila, Colombia. *Revista de Ingeniería y Región* , vol. 11,

**GRUPO ITERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO**, 2001. Agricultura. *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. S.l.: Nueva Zelanda, pp. 1-105.

**HOFSTEDE, R., COPPUS, R., MENA, P., SEGARRA, P., WOLF, J. y SEVINK, J.**, 2020. El Estado de Conservación de los Páramos de Pajonal en el Ecuador. *Ecotropicos* [en línea], vol. 15, no. 1, Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/254770114>.

**HUAMANI, Y.**, 2019. EIA-CHECK LIST (1). ,

**INEC**, 2010a. Proyección de la Población Ecuatoriana, por años Calendario, según Cantones 2010-2020. . S.l.:

**INEC**, 2010b. Proyección de la población ecuatoriana, por contones 2010-2020. . Quito:

**INEC**, 2021. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. . Quito:

**IPCC**, 2007. Quantifying the Greenhouse Gas Emissions of Products PAS 2050 y the GHG Protocol Product Standard. [en línea]. S.l.: Disponible en: <http://www.ghgprotocol.org/standards>.

**ISO**, 2006. ISO 14064. *International Organization for Standardization* [en línea]. [consulta: 6 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-1:v1:es>.

**ISO**, 2018. ISO 14067:2018. *Online Browsing Platform* [en línea]. [consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14067:ed-1:v1:es>.

**ISO**, 2019. ISO 14064-2: 2019. *Online Browsing Platform* [en línea], [consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-2:ed-2:v1:es:fig:2>.

**KALITA, N.**, 2016. *Comparison of Control Strategies for Greenhouse Gas Emissions from Public Transit Buses in Ohio and its Climatic Implications*. Toledo: University of Toledo.

**KIM, L.**, 2020. *Carbon Footprint of Loviisa Parish Union*. Lappeenranta: Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT.

**LABISER**, 2020. El hierro. Prevención de la clorosis. *Laboratorio Agroalimentario especializado en Análisis Agrícolas y del Sector Alimentario* [en línea]. [consulta: 22 mayo 2023]. Disponible en: <https://labiser.es/el-hierro-prevencion-de-la-clorosis/>.

**LLAMBÍ, L, SOTO, A., CÉLLERI, R., DE BIEVRE, B., OCHOA, B. y BORJA, P.**, 2012. *Ecología, hidrología y suelos de páramos*. S.l.: Proyecto Páramo Andino. ISBN 9789942115492.

**LLAMBÍ, L., SOTO, A., CÉLLERI, R., BIEVRE, B., OCHOA, B. y BORJA, P.**, 2012. *Ecología, hidrología y suelos de páramos*. S.l.: s.n. ISBN 9789942115492.

**MAATE**, 2013. Factor de Emisión de CO2 del Sistema Interconectado del Ecuador. . Quito:

**MAATE**, 2014. Reglamento Ambiental de Actividades Mineras. [en línea]. S.l.: Disponible en: [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec).

**MAATE**, 2015. *Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados*. 2015. S.l.: s.n.

**MAATE**, 2021a. Acuerdo Ministerial Nro. MAATE -2021-046. . S.l.:

**MAATE**, 2021b. Ministerio pone en marcha el Programa Ecuador Carbono Cero. *Boletín N° 400*.

**MAG**, 2020. Resumen Ejecutivo Diagnósticos-Territoriales del Sector Agrario14/08/2020. ,

**MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS y TRACASA-NIPSA**, 2014. Levantamiento de Cartografía temática Escala 1:25.000, Lote 1. . Tungurahua:

**MINAGRI**, 2014. Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Agricultura. . Lima:

**MINCOTUR**, 2014. Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España. . España:

**MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA**, 2022. Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. [en línea]. S.l.: Disponible en: <http://publicacionesoficiales.boe.es/>.

**MITECO**, 2018. Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un Plan de mejora de una organización. [en línea]. España: Disponible en: <http://publicacionesoficiales.boe.es/>.

**MORENO, M., CASTRO, R., MANCHENO, M. y ALMENDARIZ, M.**, 2022. Ciencias de la Educación Artículo de Investigación. [en línea], vol. 8, no. 3, DOI 10.23857/dc.v8i3. Disponible en: <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>.

**MORENO, P.**, 2021. *Estimación de la Huella de Carbono de Estudiantes de la I.E Arzobispo Tulio Botero Salazar apoyado en el uso de SIG*. Medellín: Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia.

**MOROCHO, C. y CHUNCHO, G.**, 2019. Bosques Latitud Cero. Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones. *Bosques Latitud Cero*. S.l.:

**MOUTER, N.**, 2021. Standard transport appraisal methods. *Advances in Transport Policy and Planning*, vol. 7, ISSN 25429116. DOI 10.1016/bs.atpp.2021.02.001.

**NARANJO, F.**, 2021. Gobierno Provincial de Tungurahua Agenda Tungurahua 2019-2021. . ,

**OLLILA, A.**, 2019. The Greenhouse Effect Definition. *Physical Science International Journal*, vol. 23, no. 2, ISSN 2348-0130. DOI 10.9734/psij/2019/v23i230149.

**ORTIZ, D.**, 2022. La urea se constituye en el fertilizante de mayor uso nacional. *El Comercio* [en línea], [consulta: 29 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/urea-fertilizantes-mayor-uso-nacional.html>.

**OZER, E.**, 2022. ISO 14064 Emission Verification Services. *ControlUnion Certifications* [en línea]. [consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://certifications.controlunion.com/en/certification-programs/certification-programs/iso-14064-emission-verification-services>.

**PAERIA**, 2022. Relación Carbono Nitrogeno (C/N) en los Abonos Orgánicos. ,

**PÉREZ, M.**, 2013. Análisis de Carbono y Nitrógeno en muestras de suelos y materia vegetal de la Región Semiárida Pampeana empleando el Método Instrumental de Oxidación Seca. . Santa Rosa:

**PRATAP, M. y GRAG, V.**, 2015. Causes, Consequences and Control of Air Pollution. [en línea]. Kota: Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/279202084>.

**PRIETO, J., RAMÍREZ, C., ROMÁN, A. y PRIETO, F.**, 2009. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* [en línea], vol. 10, no. 1, ISSN 1870-0462. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911243003>.

**PUDJI, A. y MAK, R.**, 2017. Design of the Digital Pressure Meter with Thermohygrometer. *Journal of Information Engineering and Applications* [en línea], vol. 7, no. 9, ISSN 2225-0506. Disponible en: [www.iiste.org](http://www.iiste.org).

**PUMISACHO, M. y VELÁSQUEZ, J.**, 2009. Manual del cultivo de papa para pequeños productores. . Quito:

**RANGANATHAN, J., CORBIER, L., SCHMITZ, S., OREN, K., GAGE, P. y BHATIA, P.**, 2004. *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard*. Washington: Phoenox Star.

**RUBIO, A.M. y SEVILLA, G.**, 2010. La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornocales Proyecto fin de carrera. . S.l.:

**SANDOVAL, D. y GUTIÉRREZ, F.**, 2021. Cálculo de las huellas de carbono y ecológica del destino turístico de Puerto Nariño (Amazonas). *Turismo y Sociedad*, vol. 29, ISSN 0120-7555. DOI 10.18601/01207555.n29.04.

**SARMIENTO, P.**, 2007. *Energía solar en arquitectura y construcción*. RIL Editores. Madrid: s.n.

**SCHNEIDER, H. y SAMANIEGO, J.**, 2010. La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. . Santiago de Chile:

**SCIVITTARO, W.B., SOUSA, R., DA SILVA, L., CUADRA, S. y HEINEMANN, A., 2020.** Capítulo 24. Emisiones de gases de efecto invernadero en producción de arroz de riego. *100 Años del cultivo de arroz en Chile*. Chile: s.n., pp. 652-673.

**SEMARNAT, 2014.** Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México. [en línea]. Ciudad de México: Disponible en: <http://www.inecc.gob.mx>.

**SEPA, 2020.** The chemistry of air pollution. . S.l.:

**SOLINES, G., CÓRDOVA, G., BEDOYA, A. y LÓPEZ, J., 2022.** Informe de resultados, cuentas nacionales trimestrales. [en línea]. Quito: Disponible en: [www.bce.ec](http://www.bce.ec).

**SORIANO, M., 2018.** pH del suelo. . Valencia:

**SOTO, S. y DESAMPARADOS, M., 2018.** pH del suelo. . S.l.:

**TAMASHIRO, 2019.** Registran cuánto gas de efecto invernadero emiten los cultivos agrícolas. *Cambio climático*.

**TORO, A., GOMERA, A., AGUILAR, J., GUIJARRO, C., ANTÚNEZ, M. y VAQUERO, M., 2014.** La huella de Carbono de la UCO. . Córdoba:

**TRACASA-NIPSA, 2014.** Levantamiento de Cartografía Temática escala 1:25.000, Lote 1. . Mocha:

**TRIVELLI, C. y BERDEGUÉ, J.A., 2019.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [en línea]. Santiago de Chile: Disponible en: <http://www.fao.org/publications/es>.

**TUV SUD, 2022.** How PAS 2060 Carbon Neutral Certification Helps Businesses. *TÜV SÜD AG and its affiliates* [en línea]. [consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.tuvsud.com/en-us/services/auditing-and-system-certification/carbon-neutrality-certification>.

**USMP, 2019.** Huella de Carbono. *Universidad de San Martín de Porres* [en línea]. [consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.administracion.usmp.edu.pe/ice/actividades-nivel-interno/responsabilidad-social-empresarial/cambio-climatico/>.



**VALERO, S.G.**, 2018. MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION SECRETARIA GENERAL DE ESTRUCTURAS AGRARIAS. . S.l.:

**VIVANCO, F.**, 2015. *La Participación Comunitaria en la Generación de Mecanismos de Compensación por Servicios Ambientales para el Manejo Sostenible de la Microcuenca del Río Guargullá ubicada en la Parroquia Cebadas, Canton Guamote, Provincia de Chimborazo*. Quito : Universidad Tecnológica Equinoccial.

**WALD, L.**, 2007. Solar radiation energy (fundamentals). [en línea]. Paris: Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/266214117>.

**WHO**, 2019. What is Air Pollution? . South East Asia:

**WIEDMANN, T. y MINX, J.**, 2008. A Definition of Carbon Footprint A. [en línea]. Hauppauge NY: Disponible en: [https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=5999](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=5999).

**WMO**, 2021. Greenhouse Gas Bulletin. *World Meteorological Organization* [en línea]. [consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <https://public.wmo.int/en/greenhouse-gas-bulletin>.

**WMO**, 2022. More bad news for the planet: greenhouse gas levels hit new highs. *World Meteorological Organization* [en línea]. [consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/more-bad-news-planet-greenhouse-gas-levels-hit-new-highs>.

**WORLD RESOURCES INSTITUTE**, 2015. Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. . S.l.:

**YANDÚN, N.**, 2018. *Estimación de Impactos Ambientales basado en el Análisis de Ciclo de vida de la Fase Agrícola de la Cadena Agroalimentaria Convencional y Agroecológica de la papa (Solanum Tuberosum) en las juntas parroquiales «La Esperanza», y «Tabacundo», Cantón Pedro Moncayo*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.

**YAÑEZ, R. y WHITTEMBURY, D.**, 2020. Línea Base. . S.l.:

## ANEXOS

### ANEXO A: ENCUESTA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO



#### ENCUESTA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

Estimad@s pobladores, el objetivo de esta encuesta es obtener información sobre las actividades a las que se dedican los habitantes aledaños a la microcuenca alta del río Mocha, y el páramo de las Abras con la finalidad de identificar las principales actividades antropogénicas, y determinar la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera

#### LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**EDAD:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**SECTOR:** \_\_\_\_\_

**1. ¿Cuántas personas viven en su casa?**

- Uno
- Dos
- Tres
- 4 o mas

**2. ¿Cuáles de los siguientes aparatos electrodomésticos, cuenta usted en su domicilio?**

- Plancha \_\_\_\_\_
- Licuadora \_\_\_\_\_
- Microondas \_\_\_\_\_
- Refrigerador \_\_\_\_\_
- Lavadora \_\_\_\_\_
- Computadora \_\_\_\_\_
- Celular \_\_\_\_\_
- Radio \_\_\_\_\_
- Televisores \_\_\_\_\_
- Impresoras \_\_\_\_\_
- Otros ¿cuáles? \_\_\_\_\_

**3. ¿Cuántas horas usa el teléfono celular en el día?**

- 1 hora
- 2 horas
- 3 horas
- 4 o más horas

**4. ¿Cuántas veces carga el teléfono celular en el día?**

- 1 vez
- 2 veces
- 3 veces
- 4 o más veces

**5. ¿Cuántas horas usa su computadora durante el día?**

- 1 hora
- 2 horas
- 3 horas
- 4 o más horas

**6. ¿Cuántas veces usa la plancha al mes?**

- 1 vez
- 2 veces
- 3 veces
- 4 o más veces

**7. ¿Cuántas veces usa la lavadora en la semana?**

- 1 vez
- 2 veces
- 3 veces
- 4 o más veces

**8. ¿Cuántas horas usa el televisor en el día?**

- 1 hora
- 2 horas
- 3 horas
- 4 o más horas

**9. ¿Cuántas horas usa el radio en el día?**

- 1 hora
- 2 horas
- 3 horas
- 4 o más horas

**10. ¿Aproximadamente, cuánto paga al mes por el servicio de energía eléctrica?**

- 5-10 \$
- 10-15 \$
- 15-20 \$
- 20-25 \$
- 25-30 \$
- 30-40 \$
- 40 o más

**11. ¿Cuántas veces, a la semana usted cocina haciendo uso de la madera?**

- 1 vez
- 2 veces
- 3 veces
- 4 o más veces

**12. Si usted cocina los alimentos con GLP¿Cuántos cilindros de gas usa al mes?**

- 1 a 2
- 3 a 4
- 5 o mas

**13. ¿Cuánto paga al mes por el servicio de gas domiciliario?**

- 5-10 \$
- 10-15 \$
- 15-20 \$
- 20-25 \$
- 25 o más

**14. ¿Posee un auto propio?**

- Si
- No

**15. ¿Qué distancia recorre en el día en su auto?**

- 1 a 2 km
- 3-5 km
- 6-10 km
- 10 o más km

**16. ¿Qué tipo de combustible usa en su vehículo?**

- Diesel
- Extra
- Super
- Eco país

- Otro ¿Cuál?
- 
- 

**17. ¿Cuánto gasta en combustible de su vehículo?**

- 5-10 \$
- 10-15 \$
- 15-20 \$
- 20-25 \$
- 25 o más

**18. ¿Usa algún medio de transporte público?**

- Si
- No

**19. ¿Cuántos kilómetros recorre a la semana, en el transporte público?**

- 1 a 2 km
- 3-5 km
- 6-10 km
- 10 o más km

**20. ¿En qué lugar realiza las compras para el hogar?**

- Supermercado
  - Distribuidora
  - Tienda del barrio
  - Otro ¿Cuál?
- 

**21. ¿Cuánto gasta al mes en abastos para el hogar?**

- 10-20 \$
- 20-40 \$
- 40 -50 \$
- 50 o mas \$

**Señale con una X su respuesta**

**22. ¿Qué tipo de actividad agropecuaria realiza?**

- Actividad agrícola \_\_\_\_\_
- Actividad ganadera \_\_\_\_\_
- Otra ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**23. ¿Qué productos agrícolas cultiva usted?**

- Arveja \_\_\_\_\_
- Choclo \_\_\_\_\_

- Papas \_\_\_\_\_
- Tomate \_\_\_\_\_
- Habas \_\_\_\_\_
- Quinoa \_\_\_\_\_
- Cebolla blanca \_\_\_\_\_
- Cebolla colorada \_\_\_\_\_
- Zanahoria \_\_\_\_\_
- Cilantro \_\_\_\_\_
- Otro ¿cuál? \_\_\_\_\_

**24. ¿Cuál es la extensión del terreno cultivable que usted posee?**

- Menor a 5 cuadras \_\_\_\_\_
- 5 a 10 cuadras \_\_\_\_\_
- 11 a 15 cuadras \_\_\_\_\_
- 16 a 20 cuadras \_\_\_\_\_
- Otro, ¿cuál? \_\_\_\_\_

**25. El tipo de cultivo es:**

- Monocultivo (un solo cultivo en un terreno) \_\_\_\_\_
- Asociado (varios cultivos en un mismo terreno) \_\_\_\_\_
- Otro ¿cuál? \_\_\_\_\_

**26. Aproximadamente, ¿Cuántos quintales produce en una cosecha**

- .....

**27. Aproximadamente, ¿Cuánto dinero obtiene en una cosecha**

- .....

**28. ¿Utiliza fertilizantes y plaguicidas en los cultivos?**

- Si \_\_\_\_\_
- No \_\_\_\_\_

**29. ¿Qué tipo de fertilizante utiliza?**

- Orgánico \_\_\_\_\_
- Químico \_\_\_\_\_
- Ambos \_\_\_\_\_
- Otro ¿cuál? \_\_\_\_\_

**30. ¿Cada qué tiempo realiza la fertilización de su cultivo?**

- Cada mes \_\_\_\_\_
- Cada 3 meses \_\_\_\_\_
- Cada 6 meses \_\_\_\_\_
- Otro ¿cuál? \_\_\_\_\_

**31. ¿Qué tipo de plaguicida utiliza?**

- Sello rojo \_\_\_\_\_
- Sello amarillo \_\_\_\_\_
- Sello azul \_\_\_\_\_
- Sello verde \_\_\_\_\_

**32. ¿Cada qué tiempo realiza la fumigación con plaguicidas en su cultivo**

- Cada mes \_\_\_\_\_
- Cada 3 meses \_\_\_\_\_
- Cada 6 meses \_\_\_\_\_
- Otro ¿cuál? \_\_\_\_\_

**33. ¿Cuál es el nombre de los plaguicidas que usted utiliza con más frecuencia en sus cultivos y por qué?**

- a. Nombre: .....
- b. ¿Porqué? .....

**34. ¿Le brindan asesoramiento técnico antes de aplicar el plaguicida o fertilizante a su cultivo**

- Si \_\_\_\_\_
- No \_\_\_\_\_

**35. Cuánto dinero invierte aproximadamente en insumos agrícolas para su cultivo**

- .....

**ANEXO B: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN MEDIANTE ENCUESTAS**



Ilustración 1: Encuestas realizadas en la zona del páramo de las Abras



Ilustración 2: Encuestas en la zona del páramo de Guargualla



Ilustración 3: Encuestas en la zona de la Microcuenca alta del río Mocha



**ANEXO C: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO Y MATERIA VEGETAL**



Ilustración 4: Toma de muestras de suelo del páramo de las Abras



Ilustración 5: Toma de muestras de materia vegetal del páramo de las Abras



Ilustración 6: Toma de muestras de suelo en la Microcuenca alta del río Mocha



Ilustración 7: Toma de muestras de materia vegetal en la Microcuenca alta del río Mocha



Ilustración 8: Toma de muestras de suelo en el páramo de Guargualla



Ilustración 9: Toma de muestras de materia vegetal en el páramo de Guargualla

**ANEXO D: PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE SUELO Y MATERIA VEGETAL**



Ilustración 10: Secado de muestras del suelo a temperatura ambiente



Ilustración 11: Secado de muestras de materia vegetal a temperatura ambiente



Ilustración 12: Tamizaje de las muestras de suelo

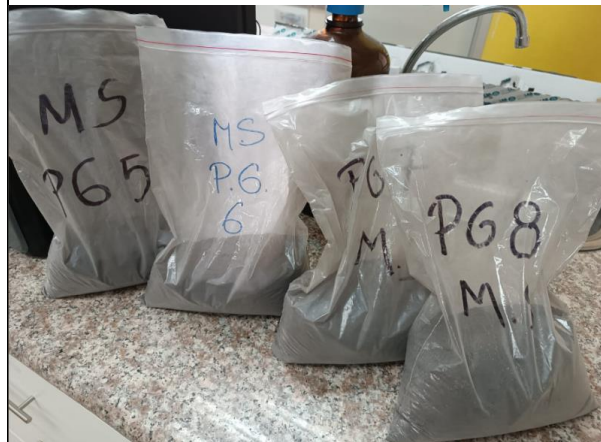


Ilustración 13: Muestra de suelo almacenada y codificadas





Ilustración 14: Molienda la materia vegetal



Ilustración 15: Muestra de materia vegetal almacenada y codificada

### ANEXO E: ANÁLISIS DE SUELO



Ilustración 16: Medición de pH y CE



Ilustración 17: Determinación de densidad real

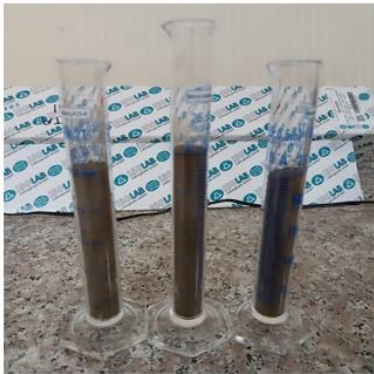


Ilustración 18: Determinación de densidad aparente



Ilustración 19: Determinación de textura



Ilustración 20. Determinación de la humedad



Ilustración 21. Acondicionamiento del material para la determinación de Materia Orgánica



Ilustración 22: Determinación de materia orgánica



Ilustración 23: Determinación de Carbono total, Nitrógeno y relación C/N



Ilustración 24: Determinación de metales pesados



Ilustración 25: Muestras digeridas para la medición de macro y micro nutrientes - metales pesados.





Ilustración 26: Digestión por microondas



Ilustración 27: Determinación de Nitrógeno Total



Ilustración 28: Determinación de Carbono Orgánico Oxidable



Ilustración 29: Determinación de CIC

**ANEXO F: ANÁLISIS DE MATERIA VEGETAL**



Ilustración 27: Determinación de metales pesados

## **ANEXO G: TABULACIÓN DE ENCUESTAS**

**TABLA 1:** Tabulación de encuestas realizadas en el Páramo de Las Abras

																	RESPUESTAS	
1= Uno	1= Uno	1= 1 h	1= 1 vez	1= 1 h	1= 1 vez	1= 1 vez	1= 1 h	1= 1 h	1= 5-10\$	1= 1 vez	1= 1 a 2	1= 5-10\$	1= si	1= 1 a 2 km	1= Diesel	1= 5-10\$	1= si	
2= Dos	2= Dos	2= 2 h	2= 2 veces	2= 2 h	2= 2 veces	2= 2 veces	2= 2 h	2= 2 h	2= 10-15\$	2= 2 veces	2= 3 a 4	2= 10-15\$	2= no	2= 3-5 km	2= Extra	2= 10-15\$	2= no	
3= Tres	3= Tres	3= 3h	3= 3 veces	3= 3 h	3= 3 veces	3= 3 veces	3= 3 h	3= 3 h	3= 15-20\$	3= 3 veces	3= 5 o más	3= 15-20\$		3= 6-10 km	3= Super	3= 15-20\$		
4= Cuatro o n	4= Cuatro	4= 4 h o mas	4= 4 veces o r	4= 4 h o más	4= 4 veces o r	4= 4 veces o r	4= 4 h o más	4= 4 h o más	4= 20-25\$	4= 4 veces o r	0=no hace uso	4= 20-25\$		4= 10 o más k	4= Ecopais	4= 20-25\$		
	5= Cinco	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	5= 25-30\$	0=no hace uso		5= 25\$ o más		0=no hace uso	0=no hace uso	5= 25\$ o más		
	6= Seis o más								6= 30-40\$			0=no hace uso				0=no hace uso		
	7=ninguno								7= 40\$ o más							0=no hace uso		
Preguntas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	5	1	1	0	1	0	2	2	1	0	1	1	2	0	0	0	1
2	4	2	1	1	0	0	0	0	0	2	1	1	1	2	0	0	0	1
3	4	2	4	4	4	4	4	4	4	7	1	1	1	2	0	0	0	1
4	4	6	2	1	2	2	4	2	1	2	0	1	1	1	2	2	5	1
5	4	6	1	1	1	4	1	4	4	1	0	1	1	2	0	0	0	1
6	3	6	2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2	0	0	0	1
7	3	3	1	1	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	2	2	4	2
8	3	6	1	1	1	4	0	1	2	1	0	1	1	2	0	0	0	2
9	1	1	4	2	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	4	2	3	2
10	2	5	3	2	0	4	0	0	2	2	0	1	1	2	0	0	0	1
11	4	6	3	3	4	3	2	4	1	5	0	1	1	1	4	2	3	1
12	2	3	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	1	2	0	0	0	1
13	3	2	0	0	0	4	0	0	0	2	4	0	0	1	4	3	3	1
14	3	5	3	2	0	4	3	3	0	3	0	1	1	1	4	2	1	1
15	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	1	2	0	0	0	1
16	4	6	4	3	3	4	2	3	1	4	0	1	1	1	3	2	3	2
17	1	3	0	0	0	4	0	0	4	2	4	0	0	2	0	0	0	1
18	1	1	3	1	0	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	0	1
19	4	6	2	3	4	4	2	3	0	4	0	1	1	3	2	3	1	1
20	1	1	0	0	0	0	0	0	4	1	4	0	0	1	2	2	3	2
21	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	0	1
22	1	2	1	1	0	0	0	0	4	2	2	1	1	2	0	0	0	1
23	4	3	2	1	0	4	0	0	0	2	0	1	1	1	3	2	1	1
24	2	2	3	1	0	0	0	0	0	2	0	1	1	2	0	0	0	1
25	4	6	4	3	4	4	3	4	0	4	0	1	1	1	3	3	3	2
26	2	2	1	1	0	0	0	0	0	2	0	1	1	1	3	2	3	1
27	4	6	4	3	2	4	2	1	0	3	0	1	1	2	0	0	0	1
28	1	1	3	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	1	3	3	3	2
29	2	4	1	1	0	4	0	3	0	3	0	1	1	1	2	2	2	2
30	2	6	2	1	3	4	0	3	0	3	0	1	1	1	3	2	2	1
31	2	4	3	1	0	4	0	0	2	3	4	1	1	1	3	2	3	2
32	1	1	4	3	0	0	0	0	2	4	0	0	0	1	4	2	3	2
33	3	5	2	2	0	0	0	3	2	3	0	1	1	3	2	3	2	2
34	3	6	4	2	3	4	4	4	1	5	0	1	1	1	4	3	3	2
35	1	1	4	1	0	0	0	0	0	2	3	0	0	2	0	0	0	1
36	2	3	3	1	0	4	0	0	2	0	1	1	1	2	0	0	0	1
37	1	1	3	1	0	0	0	0	0	1	3	1	1	1	3	2	3	2
38	3	4	4	2	0	0	3	3	0	3	0	1	1	1	3	2	3	2
39	1	1	0	0	0	0	0	0	4	1	4	0	0	1	4	3	3	2
40	3	3	3	1	0	0	0	0	3	3	0	1	1	1	3	3	2	2
41	3	6	3	2	3	4	2	3	0	4	0	1	1	2	0	0	0	1
42	4	6	4	2	3	4	2	3	1	4	0	1	1	1	4	2	4	2
43	1	1	4	2	2	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	0	1
44	2	5	4	4	0	4	0	3	0	3	0	1	1	2	0	0	0	1
45	1	1	4	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	4	3	3	2
46	4	6	4	2	4	3	3	4	1	5	0	1	1	1	4	2	3	2
47	3	6	2	2	0	3	1	3	0	3	0	1	1	1	3	3	3	2
48	3	3	2	2	0	0	0	2	0	1	3	1	1	2	0	0	0	1
49	1	1	4	2	0	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	0	1
50	4	6	3	2	3	1	2	4	0	3	0	1	1	1	4	2	2	1



1= 1 a 2 km	1= Supermerc	1= 10-20\$	1= act. Agri	1= Uno	1= < 5 cuad	1= mono	1= 1 -3 q	1= 10-30\$	1= si	1=org	1= cada mes	1= rojo	1= cada mes	1=desco	1= si	1=<10\$
2= 3-5 km	2= Distribuido	2= 20-40\$	2= act. Gan	2= Dos	2= 5 a 10 cuad	2= aso	2= 4 -6 q	2= 40-60\$	2= no	2= quim	2= cada 3 me	2= amarillo	2= cada 3 me	2= Atabron	2= no	2=10-25\$
3= 6-10 km	3= Tienda de l	3= 40-50 \$	3= ambas	3= Tres	3= 11 a 15 cuad	0=no realiza	3= 7-9 q	3=70-90\$		3= ambos	3= cada 6 me	3= azul	3= cada 6 me	0=no realiza a	0=no realiza a	3=25-40\$
4= 10 o más k	4= Mercado	4= 50\$ o más	0=no realiza	4= Cuatro	4= 16 a 20 cuad		4= 10 - 12 q	4=100-120\$		4=otro	4= otro	4=verde	4= otro			4=>40\$
0=no hace uso				5= Cinco	5= > 20 cuad		5= 13 - 15 q	5=130-150\$		0=no realiza a	0=no realiza a	5= desco	0=no realiza actividad			0=no realiza actividad
				6= Seis o más	0= no posee		6= > 16 q	6=>150\$				0=no realiza actividad				0=no realiza actividad
				0=no realiza			0=no realiza a	7=consumo propio								
								0=no realiza actividad								
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1	3	1	1	3	1	1	2	7	1	3	2	4	1	1	1	2
4	3	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4	1	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4	3	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	3	1	1	2	4	4	1	2	1	5	1	1	1	3
4	4	4	1	1	1	1	6	6	1	2	1	5	1	1	2	3
0	3	4	1	1	1	1	2	3	1	1	2	5	1	1	2	2
0	1	1	1	2	1	2	4	4	1	3	1	4	1	1	2	4
0	4	3	3	5	1	2	2	3	1	1	2	4	2	1	1	2
4	4	3	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
3	1	4	3	6	2	2	6	6	1	3	2	4	2	1	2	4
4	3	4	1	5	1	2	3	3	1	3	2	4	3	1	1	3
3	4	4	3	6	1	2	4	6	1	2	2	4	3	1	1	4
3	2	4	3	6	1	2	4	5	1	3	2	4	2	1	1	4
3	4	4	3	5	1	2	1	7	1	1	1	0	0	0	1	2
0	2	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4	4	3	1	3	2	2	4	6	1	1	2	4	2	1	1	4
3	3	3	1	2	1	2	1	7	1	1	1	4	3	1	2	2
2	1	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
0	3	3	1	2	1	1	2	3	1	1	1	4	3	1	2	2
4	3	4	3	6	1	2	4	5	1	2	2	4	3	1	2	4
4	2	3	3	2	1	4	4	4	1	3	2	3	3	1	2	2
1	2	4	1	1	1	1	5	6	1	2	2	4	3	1	2	4
4	4	3	3	4	1	2	2	7	2	0	0	0	0	0	0	0
0	1	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2	4	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4	1	4	1	5	1	4	4	6	1	3	2	4	3	1	2	4
0	3	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
0	4	3	1	3	2	2	3	4	1	3	1	4	2	1	1	2
3	4	4	1	5	2	2	6	6	1	3	2	4	2	1	1	4
0	4	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
0	3	4	1	3	1	2	2	3	1	3	2	4	3	1	1	3
0	1	4	3	6	2	2	6	6	1	3	2	4	2	1	1	4
0	1	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
3	3	2	1	1	1	1	6	6	1	3	2	4	2	1	1	4
3	3	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
0	3	4	1	3	1	2	3	7	1	1	1	0	0	0	2	3
0	4	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
0	3	4	1	6	2	2	6	6	1	3	2	4	2	1	1	4
0	2	4	1	5	1	2	2	7	1	3	1	4	2	1	1	3
4	2	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
0	1	4	1	4	3	2	6	6	1	3	2	3	3	1	1	4
4	3	3	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4	4	3	1	4	2	2	5	6	1	3	1	4	3	1	1	4
0	2	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
0	1	4	3	4	3	2	6	6	1	3	2	3	3	1	2	4
0	2	4	1	3	1	1	4	4	1	1	1	4	2	1	2	3
4	4	3	1	3	1	2	2	3	1	3	2	0	0	0	2	3
4	4	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2	1	4	2	6	3	2	6	6	1	3	2	1	2	0	1	3

**TABLA 26:** Tabulación de encuestas realizadas en la Microcuenca Alta del Río Mocha

MICROCUCENCA ALTA DI																		
	1= Uno	1= Uno	1= 1 h	1= 1 vez	1= 1 h	1= 1 vez	1= 1 vez	1= 1 h	1= 1 h	1= 5-10\$	1= 1 vez	1= 1 a 2	1= 5-10\$	1= si	1= 1 a 2 km	1= Diesel	1= 5-10\$	
	2= Dos	2= Dos	2= 2 h	2= 2 veces	2= 2 h	2= 2 veces	2= 2 veces	2= 2 h	2= 2 h	2= 10-15\$	2= 2 veces	2 = 3 a 4	2= 10-15\$	2= no	2= 3-5 km	2= Extra	2= 10-15\$	
	3= Tres	3= Tres	3= 3h	3= 3 veces	3= 3 h	3= 3 veces	3= 3 veces	3= 3 h	3= 3 h	3= 15-20\$	3= 3 veces	3= 5 o más	3= 15-20\$		3= 6-10 km	3= Super	3= 15-20\$	
	4= Cuatro o más	4= Cuatro	4= 4 h o más	4= 4 veces o r	4= 4 h o más	4= 4 veces o r	4= 4 veces o r	4= 4 h o más	4= 4 h o más	4= 20-25\$	4= 4 veces o r	4= 20-25\$	4= 20-25\$		4= 10 o más km	4= Ecopais	4= 20-25\$	
	5= Cinco	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	5= 25-30\$	0=no hace uso		5= 25\$ o más		0=no hace uso	0=no hace uso	5= 25\$ o más	
	6= Seis o más									6= 30-40\$			0=no hace uso				0=no hace uso	
	7=ninguno									7= 40\$ o más							0=no hace uso	
	Preguntas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Habitanes	1	3	5	0	0	0	0	0	1	0	4	0	1	1	2	0	0	0
	2	4	5	3	1	0	4	0	2	0	2	0	1	1	2	0	0	0
	3	2	6	4	2	3	4	2	0	4	1	0	1	1	2	0	0	0
	4	3	6	3	1	1	3	0	1	1	4	0	1	1	2	0	0	0
	5	3	6	4	4	2	3	1	2	1	7	0	1	1	1	4	2	1
	6	4	6	2	1	1	4	4	1	4	6	1	1	2	2	0	0	0
	7	4	6	4	2	1	1	0	2	1	3	2	1	1	1	2	2	3
	8	2	3	3	1	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	3	3	2
	9	1	1	4	2	0	0	0	0	0	1	3	1	1	2	0	0	0
	10	2	3	3	1	3	0	0	0	0	2	0	1	1	1	4	2	2
	11	3	4	2	1	0	4	0	0	0	2	0	1	1	1	4	2	2
	12	3	3	3	2	0	0	0	0	3	2	0	1	1	2	0	0	0
	13	3	6	4	2	3	4	0	3	1	3	0	1	1	1	4	3	3
	14	1	1	3	2	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	0	2	2
	15	2	1	4	2	0	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	0
	16	3	3	3	1	0	0	3	0	0	2	0	1	1	1	3	2	2
	17	3	4	3	2	0	0	0	2	0	2	1	1	1	2	0	0	0
	18	2	2	3	1	0	2	0	0	3	1	3	0	0	2	0	0	0
	19	4	6	3	2	2	3	2	4	1	3	1	1	2	1	2	2	2
	20	1	1	4	1	0	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	0
	21	2	2	3	1	0	0	0	0	0	1	4	1	1	2	0	0	0
	22	4	6	3	2	3	4	3	3	1	4	0	1	1	1	4	2	2
	23	3	5	3	2	0	4	2	3	0	3	0	1	1	2	0	0	0
	24	4	6	4	3	3	4	3	4	2	4	0	1	1	1	4	2	3
	25	1	1	0	0	0	0	0	0	4	2	4	0	0	1	4	2	3
	26	4	6	4	3	2	4	2	3	1	4	0	1	1	1	4	0	0
	27	2	2	4	2	0	0	0	0	2	2	0	1	1	2	0	0	0
	28	1	1	4	3	0	0	0	0	0	2	4	0	0	1	4	3	2
	29	3	3	3	1	0	0	0	0	2	3	0	1	1	1	4	2	3
	30	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	1	2	0	0	0
	31	2	2	0	0	0	0	0	0	4	2	4	0	0	1	3	3	3
	32	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	4	2	3
	33	3	6	4	2	0	4	2	3	1	3	0	1	1	1	4	3	2
	34	2	2	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	1	1	4	2	2
	35	1	1	4	3	0	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	0
	36	3	1	2	1	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	4	3	2
	37	4	6	4	2	3	4	3	2	1	3	0	1	1	1	4	2	2
	38	2	2	3	2	0	0	0	0	0	2	0	1	1	1	4	3	2
	39	1	1	4	2	0	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	0
	40	3	2	4	1	0	0	0	0	0	2	3	1	1	2	0	0	0
	41	1	1	4	2	0	0	0	0	0	2	4	0	0	1	4	2	2
	42	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	2	0	0	0
	43	4	6	3	2	3	4	2	3	1	4	0	1	1	1	4	3	3
	44	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0
	45	4	6	4	2	2	2	3	4	2	4	0	1	1	1	4	2	3
	46	2	5	3	1	0	4	0	3	0	3	0	1	1	2	0	0	0
	47	1	1	4	2	0	0	0	0	0	2	0	1	1	2	0	0	0
	48	1	1	0	0	0	0	0	0	4	1	0	1	1	2	0	0	0
	49	3	5	4	2	0	3	3	3	0	2	0	1	1	2	0	0	0
	50	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1	4	0	0	1	4	3	3

**EL RÍO MOCHA**

**RESPUESTAS**

1= si 2= no	1= 1 a 2 km 2= 3-5 km 3= 6-10 km 4= 10 o más k 0=no hace uso	1= Supermerc 2= Distribuido 3= Tienda de 4= Mercado	1= 10-20\$ 2= 20-40\$ 3= 40-50 \$ 4= 50\$ o más	1= act. Agri 2= act. Gan 3= ambas 0=no realiza	1= Uno 2= Dos 3= Tres 4= Cuatro 5= Cinco 6= Seis o más 0=no realiza	1= < 5 cuad 2= 5 a 10 cuad 3= 11 a 15 cuad 4= 16 a 20 cuad 5= > 20 cuad 0= no posee	1= mono 2= aso 0=no realiza	1= 1 -3 q 2= 4 -6 q 3= 7-9 q 4= 10 - 12 q 5= 13 - 15 q 6= > 16 q 0=no realiza	1= 10-30\$ 2= 40-60\$ 3=70-90\$ 4=100-120\$ 5=130-150\$ 6=>150\$ 7=consumo propio 0=no realiza actividad	1= si 2= no	1=org 2= quim 3= ambos 4=otro 0=no realiza	1= cada mes 2= cada 3 me 3= cada 6 me 4= otro 0=no realiza	1= rojo 2= amarillo 3= azul 4=verde 5= desco 0=no realiza actividad	1= cada mes 2= cada 3 me 3= cada 6 me 4= otro 0=no realiza actividad	1=desco 2= Rector 0=no realiza	1= si 2= no 0=no realiza	1=<10\$ 2=10-25\$ 3=25-40\$ 4=>40\$ 0=no realiza
----------------	--	--	--	---	---	--	-----------------------------------	---	---	----------------	--	--	--	--	--------------------------------------	--------------------------------	--

18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1	3	1	4	1	1	2	1	1	7	1	2	1	5	1	1	2	4
2	0	3	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	4	1	4	3	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	4	1	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	4	1	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	3	3	3	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	3
2	0	4	3	1	2	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	4	3	2	1	6	1	2	3	4	1	3	2	4	2	1	1	3
1	3	4	4	1	1	1	1	1	7	1	1	1	5	2	1	1	2
1	3	2	4	1	4	2	1	6	6	1	3	2	3	2	1	1	4
1	4	2	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	3	2	3	1	6	3	2	6	6	1	3	2	3	2	1	2	4
1	4	4	3	1	2	1	1	6	6	1	3	2	4	2	1	1	4
2	0	3	4	1	4	1	1	6	6	1	3	2	4	2	1	1	4
1	3	2	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	3	4	3	1	3	1	2	2	7	1	1	1	0	0	0	2	2
2	0	1	4	1	4	2	2	5	6	1	3	1	4	2	1	2	4
1	3	4	3	1	2	1	2	3	7	2	1	1	0	0	0	2	3
1	4	2	3	3	5	1	2	4	6	1	3	1	3	3	1	2	4
1	4	1	4	3	6	3	2	6	6	1	3	1	4	2	1	1	4
1	4	2	4	1	4	2	2	6	6	1	3	2	3	3	1	1	4
1	3	1	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	4	4	4	3	1	2	1	5	6	1	3	1	4	2	1	1	4
2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	4	3	3	1	2	1	2	6	6	1	3	1	4	2	1	1	4
2	0	2	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	3	4	3	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	4	3	4	3	6	2	2	5	6	1	1	2	4	2	1	2	4
1	3	4	4	3	1	2	2	2	7	1	1	1	0	0	0	1	2
1	4	3	4	3	3	1	2	4	4	1	1	1	0	0	0	1	2
1	2	3	3	3	6	2	2	5	6	1	3	1	0	0	0	1	4
1	4	1	4	3	6	2	2	6	6	1	3	2	4	2	1	1	4
2	0	3	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	4	4	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	4	4	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2	0	4	3	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	4	2	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	3	1	4	1	2	3	1	5	6	1	3	3	3	2	1	2	4
1	4	4	3	1	5	2	2	6	6	1	1	2	4	2	1	2	4
1	3	1	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1	4	4	4	1	2	1	1	3	4	1	3	2	4	2	1	2	3
1	4	3	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0

**TABLA 3:** Tabulación de encuestas realizadas en el Páramo de Guargualla

																			<b>PÁRAMO DE GUARGUALLA</b>																		
																			<b>RESPUESTAS</b>																		
																			1= Uno	1= Uno	1= 1 h	1= 1 vez	1= 1 h	1= 1 vez	1= 1 vez	1= 1 h	1= 1 h	1= 5-10\$	1= 1 vez	1= 1 a 2	1= 5-10\$	1= si	1= 1 a 2 km	1= Diesel	1= 5-10\$	1= si	
																			2= Dos	2= Dos	2= 2 h	2= 2 veces	2= 2 h	2= 2 veces	2= 2 veces	2= 2 h	2= 2 h	2= 10-15\$	2= 2 veces	2= 3 a 4	2= 10-15\$	2= no	2= 3-5 km	2= Extra	2= 10-15\$	2= no	
																			3= Tres	3= Tres	3= 3h	3= 3 veces	3= 3 h	3= 3 veces	3= 3 veces	3= 3 h	3= 3 h	3= 15-20\$	3= 3 veces	3= 5 o más	3= 15-20\$		3= 6-10 km	3= Super	3= 15-20\$		
																			4= Cuatro o más	4= Cuatro	4= 4 h o más	4= 4 veces o más	4= 4 h o más	4= 4 veces o más	4= 4 veces o más	4= 4 h o más	4= 4 h o más	4= 20-25\$	4= 4 veces o más	4= 10 o más	4= 20-25\$		4= 10 o más km	4= Ecopais	4= 20-25\$		
																			5= Cinco	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	0=no hace uso	5= 25-30\$	0=no hace uso	5= 25\$ o más	0=no hace uso		0=no hace uso	0=no hace uso	5= 25\$ o más		
																			6= Seis o más									6= 30-40\$							0=no hace uso		
																			7=ninguno									7= 40\$ o más							0=no hace uso		
																			<b>Preguntas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
Habitantes	1	4	6	1	1	4	0	4	0	0	7	0	1	1	1	4	2	1	2																		
	2	3	1	4	1	0	0	0	0	0	1	3	1	1	1	2	0	0	2																		
	3	1	3	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	1	2	0	0	0	2																		
	4	2	7	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	0	0	0	2																		
	5	1	7	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	0	2																		
	6	3	6	1	1	0	4	4	1	0	5	3	1	1	2	0	0	0	1																		
	7	4	2	1	1	0	0	0	0	3	1	2	1	1	2	0	0	0	1																		
	8	3	6	2	1	2	4	0	1	4	1	1	1	1	2	0	0	0	1																		
	9	3	6	4	2	1	4	4	3	2	2	0	1	1	1	4	2	4	2																		
	10	4	6	4	1	4	4	0	0	0	3	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	11	4	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	12	2	1	2	1	0	0	0	0	3	1	1	1	1	2	0	0	0	1																		
	13	4	4	2	2	3	0	0	2	2	2	0	1	1	1	4	2	2	2																		
	14	3	4	3	2	1	0	2	0	2	0	1	1	1	1	3	2	2	1																		
	15	1	1	4	2	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	0	0	0	1																		
	16	3	5	3	1	3	0	0	3	0	2	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	17	4	3	2	1	1	0	0	0	0	2	0	1	1	1	3	2	2	2																		
	18	2	2	3	1	0	0	0	0	3	1	1	1	1	2	0	0	0	1																		
	19	4	6	2	2	1	0	1	3	0	3	0	0	1	1	4	2	2	2																		
	20	1	2	1	1	0	0	0	0	3	1	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	21	3	4	2	2	1	0	0	0	2	0	1	1	1	2	0	0	0	1																		
	22	2	4	2	2	1	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	23	2	2	4	1	1	0	0	0	0	1	2	1	1	2	0	0	0	1																		
	24	4	6	3	2	3	1	2	4	0	3	0	1	1	1	4	2	2	1																		
	25	1	2	4	2	0	0	0	0	2	1	2	1	1	2	0	0	0	1																		
	26	2	3	1	1	0	3	0	0	3	1	3	1	1	2	0	0	0	1																		
	27	3	6	3	2	1	2	3	4	0	2	0	1	1	1	2	2	2	2																		
	28	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1	4	0	0	2	0	0	0	1																		
	29	3	6	4	2	4	3	0	4	0	2	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	30	4	6	4	2	2	4	3	4	0	3	0	1	1	1	3	2	2	2																		
	31	4	4	2	1	1	0	0	2	4	2	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	32	2	2	1	2	0	0	0	0	3	1	3	1	1	2	0	0	0	1																		
	33	3	4	3	1	0	4	0	0	1	2	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	34	4	6	1	1	2	4	3	0	0	2	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	35	3	3	2	1	0	0	0	0	3	2	2	1	1	2	0	0	0	1																		
	36	1	2	4	2	0	0	0	0	4	1	3	1	1	2	0	0	0	1																		
	37	2	3	2	1	0	0	0	0	2	2	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	38	1	1	4	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	39	4	6	3	2	3	4	3	2	0	3	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	40	3	4	3	2	0	0	0	3	2	2	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	41	2	3	2	1	0	0	0	0	3	2	0	1	1	2	0	0	0	1																		
	42	4	6	3	2	1	4	3	0	3	0	1	1	1	3	2	2	2	2																		
	43	4	3	3	2	0	0	0	0	3	2	2	1	1	2	0	0	0	1																		
	44	1	2	3	1	0	0	0	0	2	1	3	1	1	1	4	2	2	2																		
	45	3	3	2	2	0	0	0	2	0	1	3	1	1	2	0	0	0	1																		
	46	2	2	4	2	0	3	0	1	4	1	1	1	1	1	4	3	2	2																		
	47	4	5	3	2	2	0	0	3	2	3	0	1	1	1	4	3	2	2																		
	48	2	1	4	2	0	0	0	0	0	1	3	1	1	2	0	0	0	1																		
	49	1	2	2	1	0	0	0	0	3	1	4	0	0	2	0	0	0	1																		
	50	1	1	4	2	0	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	0	1																		

**A**

1= 1 a 2 km 2= 3-5 km 3= 6-10 km 4= 10 o más km 0=no hace uso	1= Supermercado 2= Distribuidora 3= Tienda de Barrio 4= Mercado	1= 10-20\$ 2= 20-40\$ 3= 40-50 \$ 4= 50\$ o más	1= act. Agri 2= act. Gan 3= ambas 0=no realiza	1= Uno 2= Dos 3= Tres 4= Cuatro 5= Cinco 6= Seis o más 0=no realiza	1= < 5 cuad 2= 5 a 10 cuad 3= 11 a 15 cuad 4= 16 a 20 cuad 5= > 20 cuad 0= no posee	1= mono 2= aso 0=no realiza	1= 1-3 q 2= 4-6 q 3= 7-9 q 4= 10-12 q 5= 13-15 q 6= > 16 q 0=no realiza	1= 10-30\$ 2= 40-60\$ 3=70-90\$ 4=100-120\$ 5=130-150\$ 6=>150\$ 7=consumo propio 0=no realiza actividad	1= si 2= no	1=org 2= quim 3= ambos 4=otro 0=no realiza	1= cada mes 2= cada 3 mes 3= cada 6 mes 4= otro 0=no realiza actividad	1= rojo 2= amarillo 3= azul 4=verde 5= desco 0=no realiza actividad	1= cada mes 2= cada 3 mes 3= cada 6 mes 4= otro 0=no realiza actividad	1=desco 2= Atabron 0=no realiza actividad	1= si 2= no 0=no realiza actividad	1=<10\$ 2=10-25\$ 3=25-40\$ 4=>40\$ 0=no realiza actividad
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
0	2	4	3	2	1	2	0	0	1	3	1	5	0	1	0	2
0	1	4	2	2	1	1	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1
0	4	4	3	3	1	2	5	0	1	1	1	5	2	1	1	2
0	4	4	3	4	2	2	5	5	1	1	1	0	0	0	0	3
0	4	1	1	2	1	2	3	7	1	2	1	5	1	1	2	1
4	4	4	3	3	0	2	2	1	1	2	2	5	1	1	1	1
2	4	3	1	2	1	1	1	7	1	1	1	5	3	1	2	4
4	4	2	3	2	0	2	2	0	1	2	1	5	1	1	2	1
0	3	4	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0
4	3	4	1	2	1	1	4	0	1	2	2	5	3	1	1	4
4	4	4	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0
3	3	2	1	4	2	2	5	6	1	3	2	2	3	1	1	4
0	4	4	3	6	2	2	4	6	1	3	2	5	3	1	2	4
3	2	2	1	3	1	1	5	0	1	1	2	0	0	0	2	1
2	3	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0
3	4	4	1	4	1	2	5	0	1	3	3	0	0	0	1	2
0	1	3	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0
3	4	2	1	1	1	1	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0
0	4	4	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0
3	3	2	1	3	1	2	3	7	1	1	2	0	0	0	1	1
3	4	3	3	5	1	2	2	0	1	1	2	0	0	0	1	1
3	4	2	2	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0
2	3	2	1	2	1	2	1	7	1	1	2	0	0	0	1	1
2	1	4	2	6	3	2	6	6	1	3	2	1	2	0	1	3
4	4	2	1	2	1	1	4	4	1	3	3	5	3	1	1	2
2	4	3	3	4	1	2	3	4	1	3	2	1	3	1	1	2
0	1	4	1	5	3	2	6	6	1	2	2	2	2	1	1	4
3	3	2	1	1	1	1	1	7	1	1	2	0	0	0	1	1
4	4	4	1	3	1	2	2	7	1	1	3	0	0	0	2	1
0	1	4	3	4	2	2	4	5	1	3	2	5	2	1	1	3
3	4	3	3	5	1	2	4	4	1	1	1	0	0	0	1	3
4	4	3	1	2	1	2	2	7	1	1	1	0	0	0	2	2
3	2	4	2	5	1	2	2	7	1	1	1	0	0	0	2	1
3	4	4	1	2	1	1	2	7	1	1	1	4	2	2	1	3
3	4	3	1	4	1	2	3	4	1	3	1	4	3	1	2	2
4	3	2	1	5	1	2	2	7	1	1	1	0	0	0	2	1
3	4	2	1	4	1	2	2	7	2	0	0	0	0	0	0	0
3	3	2	1	3	1	2	2	7	2	0	0	0	0	0	0	0
4	4	4	3	6	2	2	5	6	1	3	1	4	2	0	1	3
4	4	4	1	3	1	2	3	4	1	1	1	4	3	1	2	3
4	4	3	1	3	1	2	3	3	1	3	1	0	0	0	2	2
0	1	4	3	5	2	2	6	6	1	3	2	3	2	1	1	4
4	3	4	3	6	2	2	3	5	1	3	1	4	2	1	1	3
0	4	4	1	6	1	1	4	4	1	3	2	4	3	1	2	3
4	4	3	1	3	1	2	2	3	1	3	2	0	0	0	2	3
0	4	4	1	6	2	2	6	6	1	3	2	3	3	1	2	4
0	4	4	1	5	3	2	6	6	1	3	1	3	2	1	1	4
2	2	3	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO H: CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO SEGÚN ENCUESTAS REALIZADAS**

**TABLA 4:** Cuantificación de Huella de Carbono en el Páramo de Las Abras

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL				FACTOR DE EMISIÓN		
				VALOR	UNIDAD	VALOR				UNIDAD	VALOR	UNIDAD
¿Aproximadamente, cuánto paga al mes por el servicio de energía eléctrica?	5-10\$	16	32%	0,1047	USD/kWh	47,76				kWh	0,153	kg CO2/kWh
	10-15\$	14	28%			95,51						
	15-20\$	11	22%			143,27						
	20-25\$	5	10%			191,02						
	25-30\$	3	6%			238,78						
	30-40\$	0	0%			286,53						
	40\$ o más	1	2%			382,04						
¿Qué tipo de combustible usa en su vehículo?	Diesel	0	0%	1,75	\$/G					2,61	kg CO2/L	
	Extra	19	38%	2,4						2,31		
	Super	8	16%	3,97						2,3		
	Ecopais	1	2%	2,4						2,1		
	No hace uso	22	44%							--		
¿Cuánto gasta en combustible de su vehículo semanalmente?	5-10\$	0	0%					Litros				
	10-15\$	6	12%	10,8285714	7,895833333	4,77329975	7,895833333					
	15-20\$	19	38%	21,6571429	15,7916667	9,5465995	15,7916667					
	20-25\$	2	4%	32,4857143	23,6875	14,3198992	23,6875					
	25\$ o más	1	2%	43,3142857	31,5833333	19,093199	31,5833333					
	No hace uso	22	44%	54,1428571	39,4791667	23,8664987	39,4791667					
					--	--	--		--			
¿Cuál es la extensión del terreno cultivable que usted posee?	< 5 cuad	23	46%	0,7056	Ha	3,528				Ha		
	5 a 10 cuad	7	14%			7,056						
	11 a 15 cuad	3	6%			10,584						
	16 a 20 cuad	0	0%			14,112						
	> 20 cuad	0	0%			14,112						
	No posee	17	34%			--						
¿Qué tipo de plaguicida utiliza?	Rojo	1	2%	6,8	kg/Ha	23,9904				kg	35,1	kg CO2/Ha
	Amarillo	0	0%			47,9808						
	Azul	3	6%			71,9712						
	Verde	22	44%			95,9616						
	Desconoce	3	6%			95,9616						
No realiza actividad	21	42%	--									
¿Qué tipo de fertilizante utiliza?	Orgánico	8	16%	1000	kg/Ha	3528				kg	1,3	kg CH4/Ha
	Químico	5	10%			7056						
	Orgánico y químico	19	38%			10584						
	Otro	0	0%			14112						
	No realiza actividad	18	36%									
¿Qué tipo de fertilizante utiliza?	Orgánico	8	16%	1000	kg/Ha	3528				kg	63,48	kg CO2/ Ha
	Químico	5	10%			7056						
	Orgánico y químico	19	38%			10584						
	Otro	0	0%			14112						
	No realiza actividad	18	36%									

HUELLA DE CARBONO				HUELLA DE CARBONO FINAL POR CADA 50 PERSONAS			
VALOR		UNIDAD		VALOR		UNIDAD	
7,31		kg CO2/kWh		116,91		kg CO2/kWh	
14,61				204,58			
21,92				241,12			
29,23				146,13			
36,53				109,60			
43,84				0,00			
58,45				58,45			
--							
DIESEL	EXTRA	SUPER	ECOPAIS		EXTRA	SUPER	ECOPAIS
4,15	3,42	2,08	3,76	kg CO2/L	34,18 20,51 199,15	8,30 43,58	7,52
8,30	6,84	4,15	7,52				
12,45	10,25	6,23	11,28				
16,60	13,67	8,30	15,04				
20,74	17,09	10,38	18,80				
--	--	--	--	--	--	--	--
					253,84	51,88	7,52
0,683487179				kg CO2/Ha	0,683487179		
1,366974359					0		
2,050461538					6,151384615		
2,733948718					60,14687179		
2,733948718					8,201846154		
--				--			
2713,846154				kg CH4/Ha	62418,46154		
5427,692308					37993,84615		
8141,538462					24424,61538		
10855,38462					0		
55,57655955				kg CO2/ Ha	1278,26087		
111,1531191					778,0718336		
166,7296786					500,1890359		
222,3062382					0		



**TABLA 57:** Cuantificación de Huella de Carbono en la Microcuenca Alta del Río Mocha

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL				FACTOR DE EMISIÓN		
				VALOR	UNIDAD	VALOR				UNIDAD	VALOR	UNIDAD
¿Aproximadamente, cuánto paga al mes por el servicio de energía eléctrica?	5-10\$	14	28%	0,1047	USD/kWh					kWh	0,153	kg CO2/kWh
	10-15\$	19	38%			47,76						
	15-20\$	8	16%			95,51						
	20-25\$	7	14%			143,27						
	25-30\$	0	0%			191,02						
	30-40\$	1	2%			238,78						
	40\$ o más	1	2%			286,53						
¿Qué tipo de combustible usa en su vehículo?	Diesel	0	0%	1,75	\$/G					kg CO2/L		
	Extra	17	34%	2,4		2,61						
	Super	9	18%	3,97		2,31						
	Ecopais	0	0%	2,4		2,3						
	No hace uso	24	48%			2,1						
¿Cuánto gasta en combustible de su vehículo semanalmente?	5-10\$	1	2%					Litros				
	10-15\$	14	28%	10,8285714								
	15-20\$	10	20%	7,895833333								
	20-25\$	0	0%	4,77329975								
	25\$ o más	0	0%	7,895833333								
No hace uso	25	50%	21,6571429									
¿Cuál es la extensión del terreno cultivable que usted posee?	< 5 cuad	13	26%	0,7056	Ha					Ha		
	5 a 10 cuad	14	28%			3,528						
	11 a 15 cuad	4	8%			7,056						
	16 a 20 cuad	0	0%			10,584						
	> 20 cuad	0	0%			14,112						
	No posee	19	38%			14,112						
¿Qué tipo de plaguicida utiliza?	Rojo	0	0%	6,8	kg/Ha	23,9904				kg	35,1	kg CO2/Ha
	Amarillo	1	2%			47,9808						
	Azul	6	12%			71,9712						
	Verde	14	28%			95,9616						
	Desconoce	2	4%			95,9616						
	No realiza actividad	27	54%			--						
¿Qué tipo de fertilizante utiliza?	Orgánico	8	16%	1000	kg/Ha	3528				kg	1,3	kg CH4/Ha
	Químico	3	6%			7056						
	Orgánico y químico	18	36%			10584						
	Otro	0	0%			14112						
	No realiza actividad	21	42%									
¿Qué tipo de fertilizante utiliza?	Orgánico	8	16%	1000	kg/Ha	3528				kg	63,48	kg CO2/ Ha
	Químico	3	6%			7056						
	Orgánico y químico	18	36%			10584						
	Otro	0	0%			14112						
	No realiza actividad	21	42%									



**TABLA 6:** Cuantificación de Huella de Carbono en el Páramo de Guargualla

PREGUNTA	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	CONVERSIÓN		CONVER. TOTAL				FACTOR DE EMISIÓN		
				VALOR	UNIDAD	VALOR				UNIDAD	VALOR	UNIDAD
¿Aproximadamente, cuánto paga al mes por el servicio de energía eléctrica?	5-10\$	25	50%	0,1047	USD/kWh	47,76				kWh	0,153	kg CO2/kWh
	10-15\$	16	32%			95,51						
	15-20\$	7	14%			143,27						
	20-25\$	0	0%			191,02						
	25-30\$	1	2%			238,78						
	30-40\$	0	0%			286,53						
	40\$ o más	1	2%			382,04						
¿Qué tipo de combustible usa en su vehículo?	Diesel	0	0%	1,75	\$/G					kg CO2/L		
	Extra	11	22%	2,4								
	Super	2	4%	3,97								
	Ecopais	0	0%	2,4								
	No hace uso	37	74%									
¿Cuánto gasta en combustible de su vehículo semanalmente?	5-10\$	1	2%					Litros				
	10-15\$	11	22%									
	15-20\$	0	0%									
	20-25\$	1	2%									
	25\$ o más	0	0%									
	No hace uso	37	74%									
					DIESEL	EXTRA	SUPER			ECOPAIS	--	
¿Cuál es la extensión del terreno cultivable que usted posee?	< 5 cuad	29	58%	0,7056	Ha	3,528				Ha		
	5 a 10 cuad	9	18%			7,056						
	11 a 15 cuad	3	6%			10,584						
	16 a 20 cuad	0	0%			14,112						
	> 20 cuad	0	0%			14,112						
	No posee	9	18%			--						
¿Qué tipo de plaguicida utiliza?	Rojo	2	4%	6,8	kg/Ha	23,9904				kg	35,1	kg CO2/Ha
	Amarillo	2	4%			47,9808						
	Azul	3	6%			71,9712						
	Verde	6	12%			95,9616						
	Desconoce	10	20%			95,9616						
	No realiza actividad	27	54%			--						
¿Qué tipo de fertilizante utiliza?	Orgánico	16	32%	1000	kg/Ha	3528				kg	1,3	kg CH4/Ha
	Químico	6	12%			7056						
	Orgánico y químico	17	34%			10584						
	Otro	0	0%			14112						
	No realiza actividad	11	22%									
	Orgánico	16	32%	1000	kg/Ha	3528				kg	63,48	kg CO2/ Ha
	Químico	6	12%			7056						
	Orgánico y químico	17	34%			10584						
	Otro	0	0%			14112						
	No realiza actividad	11	22%									

HUELLA DE CARBONO				HUELLA DE CARBONO FINAL POR CADA 50 PERSONAS			
VALOR		UNIDAD		VALOR		UNIDAD	
7,31		kg CO2/kWh		182,66		kg CO2/kWh	
14,61				233,81			
21,92				153,44			
29,23				0,00			
36,53				36,53			
43,84				0,00			
58,45				58,45			
--							
DIESEL	EXTRA	SUPER	ECOPAIS		EXTRA	SUPER	ECOPAIS
4,15	3,42	2,08	3,76	kg CO2/L	3,42	8,30	
8,30	6,84	4,15	7,52		54,69		
12,45	10,25	6,23	11,28		66,38		
16,60	13,67	8,30	15,04				
20,74	17,09	10,38	18,80				
--	--	--	--		--	--	--
					124,49	8,30	0,00
0,683487179				kg CO2/Ha	1,366974359		
1,366974359					2,733948718		
2,050461538					6,151384615		
2,733948718					16,40369231		
2,733948718					--		
--					--		
2713,846154				kg CH4/Ha	78701,53846		
5427,692308					48849,23077		
8141,538462					24424,61538		
10855,38462					--		
55,57655955				kg CO2/ Ha	1611,720227		
111,1531191					1000,378072		
166,7296786					500,1890359		
222,3062382					--		



epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 13 / 10 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Nataly Silvana Cargua Flores Viviana Jacqueline Barahona Llumiquinga
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Ambiental
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo



1673-DBRA-UPT-2023