

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERO E INGENIERA AMBIENTAL

TEMA:

**MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y OBTENCIÓN DE UNA
METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA ABSORCIÓN DE CARBONO EN
LOS 11 SUMIDEROS DEL D.M. DE QUITO**

AUTORES:

JOSÉ IVÁN ALBIÑO CARGUA

BRENDA CAROLA VARGAS RAMÍREZ

TUTOR:

RICHARD JACHSON VILCHES MORENO

Quito, junio del 2016

Cesión de derechos de autor

Nosotros, José Iván Albiño Cargua con C.I: 2100542881 y Brenda Carola Vargas Ramírez con C.I: 1600462681, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y OBTENCIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA ABSORCIÓN DE CARBONO EN LOS 11 SUMIDEROS DEL D.M. DE QUITO, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero e Ingeniera Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



José Iván Albiño Cargua

C. I: 2100542881



Brenda Carola Vargas Ramírez

C. I: 1600462681

Quito, junio del 2016

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo experimental, MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y OBTENCIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA ABSORCIÓN DE CARBONO EN LOS 11 SUMIDEROS DEL D.M.DE QUITO, realizado por José Iván Albiño Cargua y Brenda Carola Vargas Ramírez, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, junio del 2016

A handwritten signature in blue ink, consisting of several large, overlapping loops and a final flourish, positioned above a horizontal line.

Richard Jackson Vilches Moreno

C.I.: 0602887770

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
Alcance.....	2
Delimitación.....	2
Explicación del problema.....	3
1.1. Objetivos.....	4
1.1.1. Objetivo general.....	4
1.1.2. Objetivos específicos.....	4
2. Fundamentación teórica.....	5
2.1. Cambio climático y efecto invernadero.....	5
2.2. Gases de efecto invernadero (GEI).....	5
2.2.1. Dióxido de carbono.....	6
2.3. Huella de carbono.....	6
2.3.1. Huella de carbono en el DMQ.....	6
2.4. Datos sustitutos para la huella de carbono.....	6
2.5. Sumideros.....	7
2.5.1. Tierras gestionadas.....	7
2.6. Inventario Forestal.....	8
2.6.1. Parcela permanente de muestreo.....	8
2.7. Reservorios o depósitos de carbono.....	8
2.7.1. Biomasa.....	9
2.7.2. Materia orgánica muerta.....	9
2.7.3. Suelos.....	10
2.8. Métodos de estimación de absorción/ emisión de carbono en bosques.....	10
2.8.1. Biomasa aérea y subterránea.....	10
2.8.2. Materia Orgánica muerta.....	11
2.8.3. Carbono en suelos minerales.....	11
2.9. Muestreo.....	11
2.9.1. Unidad de muestreo.....	11
2.10. Consideraciones para selección de especies arbóreas en el estudio.....	12
2.11. Estratificación.....	12
2.12. Evaluación Nacional Forestal (ENF).....	12
2.13. Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).....	13
2.13.1. Directrices del IPCC.....	13

3. Materiales y métodos	14
3.1. Materiales.	14
3.2. Método.....	15
3.2.1. Cálculo de la huella de carbono.	15
3.2.2. Absorción de carbono en los 11 sumideros del DMQ.	16
Diseño.	21
Población y muestra.	23
4. Resultados y discusión.....	25
4.1. Recogida de datos.....	25
4.1.1. Huella de carbono	25
4.1.2. Absorción de carbono en los 11 sumideros del DMQ	25
4.2. Análisis de datos.	25
4.3. Presentación de los datos.....	26
4.3.1. - Proyección de la huella de carbono del DMQ-2015 en función de la Población.	26
4.3.2. Metodología para absorción de carbono en los 11 sumideros.	27
4.4. Discusión.	32
4.4.1. Calculo de la proyección de la Huella de carbono DMQ-2015.	32
4.4.2. Metodología para absorción de carbono en los 11 sumideros del DMQ.	32
Conclusiones	34
Recomendaciones.....	35
Referencias.....	36
Anexos	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales de campo y laboratorio.....	14
Tabla 2. Población y emisiones de CO ₂ del DMQ	26
Tabla 3. Volumen de biomasa aérea	27
Tabla 4. Densidad y peso de raíces a 10cm	28
Tabla 5. Madera muerta por PPM de estudio.....	29
Tabla 6. Peso de hojarasca y detritus	30
Tabla 7. Contenido de carbono en muestras de suelo	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Forma de la PPM en campo y puntos de muestreo.....	17
Figura 2. Diseño experimental y de muestreo	22
Figura 3. Proyección de huella de carbono	26
Figura 4. Biomasa aérea por PPM.....	27
Figura 5. Raíces en las muestras a 10cm.....	28
Figura 6. Madera muerta	29
Figura 7. Contenido de hojarasca más detritus	30
Figura 8. Carbono orgánico.....	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de los 11 sumideros del DMQ.....	39
Anexo 2. Parque Las Cuadras	40
Anexo 3. Parque Huayrapungo	41
Anexo 4. Parque La Armenia.....	42
Anexo 5. Parque Itchimbia	43
Anexo 6. Parque Metropolitano del Sur.....	44
Anexo 7. Parque Guanguiltagua	45
Anexo 8. Parque El Panecillo	46
Anexo 9. Parque La Carolina.....	47
Anexo 10. Parque El Ejido.....	48
Anexo 11. Parque Equinoccial.....	49
Anexo 12. Parque Bicentenario	50
Anexo 13. Delimitación de PPM	51
Anexo 14. Medición de DAP y altura.....	51
Anexo 15. Recolección de hojarasca y detritos	51
Anexo 16. Toma de muestras de suelo	51
Anexo 17. Etiquetado de muestras.....	52
Anexo 18. Obtención de muestra compuesta.....	52
Anexo 19. Secado de muestras	52
Anexo 20. Reactivos de laboratorio	52
Anexo 21. Preparación de reactivos.....	53
Anexo 22. Trabajo en la cámara de vapores	53
Anexo 23. Titulación de muestras de suelo	53
Anexo 24. Muestras tituladas.....	53
Anexo 25. Permiso para ingreso a los 11 sumideros del DMQ.	54

Resumen

El objetivo principal de la investigación es obtener una metodología de cálculo para la absorción de carbono en 11 sumideros del Distrito Metropolitano de Quito, en adelante DMQ. El estudio propone la obtención de una metodología no destructiva para evaluar la absorción de carbono, esta información conjuntamente con la huella de carbono permite tener una noción del balance entre emisión y absorción de carbono en el DMQ.

Las emisiones en el DMQ son crecientes año tras año y no se tiene un registro de cuanto carbono captan los espacios verdes en la urbe, es por ello, que el desarrollo del estudio es vital para la obtención de esta información.

La huella de carbono del año 2015 fue estimada mediante proyección con datos sustitutos basándose en la emisión del año 2011, la población de los años 2011 y 2015. Para absorción de carbono se consideró en método de cambio de existencias y se trabajó en los 5 reservorios reconocidos por la IPCC (Biomasa aérea y subterránea, madera muerta, hojarasca y suelo), en campo se realizaron mediciones de los reservorios y en laboratorio se analizó las muestras de suelo.

El sumidero con mayor contenido de biomasa, raíces a 10 cm de profundidad y hojarasca fue el Parque Metropolitano Guanguiltagua, respecto al contenido de madera muerta el Parque Metropolitano la Armenia cuenta con mayor cantidad en volumen y respecto al contenido de carbono en suelo el Parque Metropolitano Huayrapungo presentó mayor contenido con 50,84 mg/gr.

Abstract

The principal aim of this investigation is to obtain a methodology of calculation for the absorption of carbon in 11 sinks of the DMQ, hereinafter DMQ. The study proposes the obtaining of a not destructive methodology to evaluate the absorption of carbon, this information together with the carbon footprint they allow to have a notion of the balance sheet between emission and absorption of carbon in the DMQ.

The emission in the DMQ is increasing year after year and there is not had a record of carbon they catch the green spaces in the city, it is for it, that the development of the study is vital for the obtaining of this information.

The carbon footprint of the year 2015 was estimated by means of projection by substitute information being based on the emission of the year 2011, the population of the year 2011 and 2015. For absorption of carbon it was considered in method of change of stock and one was employed at 5 reservoirs recognized by the IPCC (air and underground Biomass, dead wood, verbiage and soil), in field measurements of the reservoirs were realized and in laboratory the samples of soil were analyzed.

The sink with major content of biomass, roots to 10 cm of depth and verbiage was the Metropolitan Park Guangüiltagua, with regard to the content of dead wood the Metropolitan Park the Armenia possesses major quantity in volume and with regard to the content of carbon in soil the Metropolitan Park Huayrapungo presented major content with 50,84 mg/gr.

1. Introducción

En la actualidad, un grave problema que capta la atención de la población mundial es el cambio climático asociado al incremento de los gases de efecto invernadero (GEI), el cual no solo se atribuye a las variaciones de temperatura sino también a todos los sistemas biológicos los cuales se están viendo afectados por este fenómeno.

“El aumento de las acciones antropogénicas en las ciudades ha llevado a un incremento de la contaminación, por consiguiente, se hace necesario buscar alternativas costo-efectivas de disminución de estas” (Guarín, y otros, 2013, pág. 58).

La dinámica urbana del DMQ es compleja debido a factores como la geografía, topografía y la gran concentración demográfica por superficie; esto hace que se necesite mayores cantidades de energía para impulsar las actividades diarias.

Por lo tanto, la determinación de la huella de carbono actual nos permite evaluar el incremento de gases de efecto invernadero que se emiten en DMQ, para así poder establecer alternativas de reducción.

Una manera de disminuir el problema al cual nos estamos enfrentando es la íntima relación que se establece entre la emisión de CO₂ y la fijación de carbono por parte de los sumideros debido a que los sumideros por proceso de fotosíntesis absorben parte del carbono metabolizando en sus tejidos para luego devolver parte del dióxido de carbono consumido por medio de la respiración a la atmosfera en forma de O₂.

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), “para las estimaciones de emisión/absorción puede incluir a los cinco depósitos de carbono para el sector AFOLU, citando entre ellos a la biomasa (aérea y subterránea), necromasa (madera muerta y hojarasca) y la materia orgánica del suelo” (Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2006, pág. 1.9).

Por ello la obtención de una metodología adecuada para el cálculo de absorción de carbono es importante ya que, permitirá calcular la absorción de carbono en el transcurso del tiempo.

Encontrar una metodología idónea para cuantificar la absorción de carbono en los 11 sumideros del DMQ resulta una tarea compleja debido a que el estudio se desarrolla en el sector urbano y es de principal prioridad utilizar un método no destructivo.

El conocimiento de la absorción de carbono en los 11 sumideros posee un gran valor, debido a que permite conocer la cantidad de carbono que está siendo almacenado en los mismos, para así poder establecer y resaltar la importancia de la preservación de los bosques dentro del DMQ.

Alcance

Para la estimación de la huella de carbono, la investigación abarcará solamente las emisiones generadas en el sector urbano del DMQ del año 2015.

Con respecto a la metodología de cálculo para absorción de carbono en los 11 sumideros del DMQ, la trascendencia del estudio va desde la fase de recolección de datos en campo de los cinco reservorios de carbono (biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y suelo), hasta el análisis de carbono de las muestras de suelo; netamente se trata de una metodología de recolección de datos en las unidades de muestreo.

Delimitación

El presente proyecto ha sido realizado en 11 sumideros del DMQ, provincia de Pichincha, durante el periodo octubre 2015-marzo 2016. El DMQ cuenta con la ubicación geográfica: Longitud: 78°29'06"W, Latitud: 00°28'24"N, Altitud: 2815 m.s.n.m (INAMHI, 2014).

Explicación del problema

La huella de carbono hace referencia a los gases de efecto invernadero emitidos, de los cuales el que mayor preocupación genera es el CO₂. El incremento de emisiones de CO₂ se debe a actividades de transporte, industria, agricultura, cambio de uso de suelo y desechos; las emisiones de CO₂ no han podido ser asimiladas en su totalidad.

El DMQ cuenta con importantes sumideros en el interior y en las inmediaciones de la ciudad los cuales son importantes reguladores del CO₂ y resulta de interés obtener una metodología que permita cuantificar el carbono contenido en estos y estudiar en el transcurso del tiempo como va dinamizando la captación de carbono.

Las metodologías más aplicadas utilizan métodos destructivos, se tala árboles para obtener pesaje de biomasa y otras variables, pero en sumideros urbanos resulta complejo realizar esta tarea ya que son muy transitados por actividades deportivas, recreacionales y de esparcimiento, además resulta peligroso talar árboles debido a que puede causar accidentes y el impacto de esta actividad sería negativo.

Es por ello que para cuantificar el carbono se plantea seguir una metodología no destructiva en la cual no sea necesario talar árboles para medir parámetros, sino que los datos necesarios se obtengan directamente de la toma de muestra de necromasa, suelo y en el caso de la biomasa se tome mediciones de altura y DAP para obtener volumen.

1.1.Objetivos

1.1.1. Objetivo general.

- ❖ Obtener una metodología de absorción de carbono para los 11 sumideros del D.M. de Quito.

1.1.2. Objetivos específicos.

- ❖ Calcular la huella de carbono del DMQ del año 2015 mediante el método de datos sustitutos del IPCC.
- ❖ Definir los tipos de reservorios considerables para la cuantificación de carbono en los 11 sumideros del DMQ.
- ❖ Validar la idoneidad de la metodología del Manual de campo de la Evaluación Nacional Forestal del Ministerio del Ambiente del Ecuador para la obtención de datos en los 11 sumideros del DMQ.

2. Fundamentación teórica

2.1.Cambio climático y efecto invernadero.

En las últimas décadas, el crecimiento poblacional asociado a la satisfacción de necesidades, la industrialización y la movilización han hecho evidente la necesidad de utilizar mayores cantidades de energía los cuales provienen en su mayoría de los combustibles fósiles, los mismos que conjuntamente con los procesos naturales de emisión son responsables del incremento de emisiones de gases de efecto invernadero que posteriormente provocan el cambio climático.

El cambio climático es una realidad indiscutible y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes; la atmosfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado. (IPCC, 2013, pág. 4).

El efecto invernadero es un proceso natural generado por gases denominados de efecto invernadero (GEI), los cuales captan la radiación solar logrando mantener la superficie terrestre a una temperatura óptima que permita el desarrollo de la vida; sin embargo, durante las últimas décadas ha incrementado la emisión de estos gases creando un desequilibrio conocido como cambio climático (Secretaria de Ambiente-MDMQ, 2014, pág. 4).

2.2.Gases de efecto invernadero (GEI).

“Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes” (IPCC,

2001, pág. 1). Entre los GEI más estudiados debido a su relación con el cambio climático se tiene al ozono, óxido nitroso, el metano y el dióxido de carbono.

2.2.1. Dióxido de carbono.

Dentro de los GEI el CO₂ es el más estudiado debido a que es común encontrarlo formando parte de gran variedad de compuestos orgánicos en la naturaleza.

El Dióxido de Carbono (CO₂) es el gas presente espontáneamente en la naturaleza, se crea también como consecuencia de la quema de combustibles fósiles y biomasa, así como de cambios en el uso de la tierra y otros procesos industriales; es el principal gas de efecto invernadero, se toma como marco de referencia para medir otros gases de efecto invernadero, y por lo tanto su potencial de calentamiento de la Tierra es 1 (IPCC , 2001, pág. 81).

2.3.Huella de carbono.

Mide la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos directa o indirectamente provenientes de un individuo, organización evento o producto, con el fin de determinar su contribución al cambio climático y se expresa en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂eq) (MAGRAMA, 2015, pág. A1).

2.3.1. Huella de carbono en el DMQ.

La huella de carbono del DMQ en 2011 fue de 5.164.496 ton CO₂e, las fuentes que representa mayor emisión en la HC son los consumos de gasolina y de diésel, las cuales representan el 56% total de la HC del DMQ (2.901.934 ton CO₂e) (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito [MDMQ], 2013, pág. 37).

2.4.Datos sustitutos para la huella de carbono.

Cuando no se dispone de la facilidad para acceder a los datos primarios en una investigación, una herramienta muy útil es la proyección para poder estimar valores,

el método de datos sustitutos del IPCC constituye un método útil para la realización de esta actividad “El método de datos sustitutos vincula emisiones o absorciones con actividades subyacentes u otros datos indicativos” (IPCC, 2006, pág. 5.10). “Se usan los cambios en estos datos para simular la tendencia de las emisiones o absorciones” (IPCC, 2006, pág. 5.10).

El cálculo de la estimación de la huella de carbono se lo realiza en función del PIB o de la población, “la estimación debe vincularse a la fuente de datos estadísticos que explica mejor las variaciones de la categoría a través del tiempo” (IPCC, 2006, pág. 5.10).

2.5.Sumideros.

Un sumidero es todo proceso o mecanismo que hace desaparecer de la atmósfera un gas de efecto invernadero. Un reservorio dado puede ser un sumidero de carbono atmosférico si, durante un intervalo de tiempo determinado, es mayor la cantidad de carbono que entra en él que la que sale de él (MAGRAMA, 2015, pág. A1).

Es importante considerar que 11 sumideros en estudio presentan la característica de tierra gestionada, lo cual el IPCC reconoce que tanto las emisiones de origen antropogénico como las absorciones por parte de los sumideros se generan en estas tierras.

2.5.1. Tierras gestionadas.

En la actualidad, el cuidado de la biodiversidad y los espacios verdes se ha hecho una actividad primordial en las instituciones públicas y privadas, es por ello que gestionar un espacio garantiza el adecuado cuidado y la sustentabilidad de los recursos.

La tierra gestionada se considera a aquella en la que ya ha existido presencia e intervención humana, por lo tanto, es importante la aplicación de prácticas para la

realización de actividades de producción, ecológicas o sociales que permitan el adecuado uso y cuidado del espacio (IPCC, 2006, pág. 1.5).

Además, es importante mencionar que, “No es necesario declarar las emisiones/absorciones de GEI en tierras no gestionadas” (IPCC, 2006, pág. 1.5). Sin embargo, es importante llevar un registro de estas tierras a fin de garantizar el seguimiento oportuno a medida que se producen los cambios en el uso de tierra.

2.6. Inventario Forestal.

“El inventario forestal es un sistema el cual tiene como fin la medición y determinación del alcance, la cantidad y el estado que presenta un bosque, esta medición se la realiza mediante el muestreo” (IPCC, 2006, pág. 4.85).

2.6.1. Parcela permanente de muestreo.

Las PPM en un estudio permiten evaluar los recursos forestales en el transcurso del tiempo, esta evaluación se hace necesario para analizar los cambios suscitados en ellas.

“Las parcelas permanentes de muestreo (PPM), son herramientas para el manejo e investigación de la dinámica de los bosques naturales (en su estado natural y bajo intervención)” (Gómez, 2010, pág. 2).

“Los datos que se obtiene de la instalación de las mismas como crecimiento y producción, tienen implicaciones directas para el manejo forestal y la toma de decisiones en corto, mediano y largo plazo” (Gómez, 2010, pág. 2).

2.7. Reservorios o depósitos de carbono.

“Sistema que tiene la capacidad de acumular o liberar carbono” (IPCC, 2006, pág. 4.83). “Constituyen ejemplos de depósitos de carbono la biomasa forestal, los productos de la madera, los suelos y la atmósfera” (IPCC, 2006, pág. 4.83). “Se expresa en unidades de masa” (IPCC, 2006, pág. 4.83) .

2.7.1. Biomasa.

“La biomasa vegetal, tanto aérea como subterránea, representan el principal medio de absorción de CO₂ de la atmosfera” (IPCC, 2006, pág. 1.7). La biomasa es un importante reservorio de carbono debido a la interacción existente entre la emisión y la absorción realizada mediante la fotosíntesis, en la cual se transfieren grandes cantidades de CO₂.

2.7.1.1. Biomasa aérea.

Incluye a toda la biomasa viva que se encuentra visible a la mirada, es decir, por encima del suelo.

Cuando el sotobosque no representa un componente principal en la biomasa aérea para la cuantificación de carbono, es aceptable la exclusión del mismo para la metodología y cálculos.

2.7.1.2. Biomasa subterránea.

“Incluye toda la biomasa de las raíces vivas, comúnmente las raíces finas de menos de 2 mm de diámetro se excluyen debido a que complejidad de la distinción visual con la materia orgánica del suelo o la hojarasca” (IPCC, 2006, pág. 4.82).

2.7.2. Materia orgánica muerta.

2.7.2.1. Madera muerta.

“La madera muerta incluye la madera tendida en la superficie, las raíces muertas y las cepas de 10 cm de diámetro o más (o del diámetro especificado por el país)” (IPCC, 2006, pág. 4.85).

2.7.2.2.Hojarasca.

“Incluye toda la necromasa de tamaño mayor a 2 mm (sugerido para materia orgánica) y menor que 10 cm (sugerido para madera muerta), que yace por encima o dentro del suelo mineral u orgánico” (IPCC, 2006, pág. 4.84).

2.7.3. Suelos.

Un parámetro muy importante para la determinación del estado de un sumidero es el análisis del suelo, el contenido de materia orgánica y carbono en un suelo nos da una pauta de que tan fértil es el mismo.

2.7.3.1.Materia orgánica muerta.

“Incluye el carbono orgánico contenido en suelos minerales hasta una profundidad dada” (IPCC, 2006, pág. 4.85). “Las raíces finas vivas y muertas y la madera muerta dentro del suelo y que miden menos de 2 mm se incluyen con la materia orgánica del suelo cuando no se las puede distinguir visualmente” (IPCC, 2006, pág. 1.10). “De acuerdo al IPCC la profundidad para análisis de parámetros en suelo es de 30 cm” (IPCC, 2006, pág. 1.10).

2.8.Métodos de estimación de absorción/ emisión de carbono en bosques.

Al considerar un método que permita conocer la absorción de carbono en un sumidero se debe priorizar la disponibilidad de recursos y la viabilidad, considerando estos puntos importantes se puede tener claro la selección del mismo.

2.8.1. Biomasa aérea y subterránea.

2.8.1.1.Método de diferencia de existencias.

“El Método de diferencia de existencias requiere inventarios de las existencias de carbono en biomasa para una superficie dada, en dos momentos diferentes” (IPCC,

2006, pág. 2.13). Para conocer el cambio anual, la diferencia de biomasa en los 2 tiempos se debe dividir para el número de años transcurridos entre mediciones.

“Requiere el empleo de inventarios forestales detallados y además se los puede complementar con ecuaciones alométricas y modelos” (IPCC, 2006, pág. 4.14).

2.8.2. Materia Orgánica muerta.

2.8.2.1. Método de diferencia de existencias.

“Determina las existencias de carbono en la madera muerta y la hojarasca en dos momentos diferentes” (IPCC, 2006, pág. 4.24).

2.8.3. Carbono en suelos minerales.

2.8.3.1. Nivel 3.

“Método basado en modelos y/o mediciones según disponibilidad de recursos” (IPCC, 2006, pág. 2.37).

2.9. Muestreo.

El muestreo es vital para garantizar la obtención de información, además permite direccionar adecuadamente el estudio en base a los objetivos planteados ya que de otra manera sería complicado estudiar por completo el lugar de estudio.

“Herramienta de la investigación científica estadística, su función es determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población” (Ministerio del Ambiente del Ecuador; Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el cambio climático (Proyecto FAO Finlandia Ecuador); Componente ONU REDD FAO, 2012, pág. 58).

2.9.1. Unidad de muestreo.

“Es el mínimo elemento en que está dividida la población de objetos, sobre los cuales se procede a hacer la evaluación, medición o cálculo de variables de interés”

(Ministerio del Ambiente del Ecuador; Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el cambio climático (Proyecto FAO Finlandia Ecuador); Componente ONU REDD FAO, 2012, pág. 59).

2.10. Consideraciones para selección de especies arbóreas en el estudio.

“La biomasa presente en las plantas herbáceas tanto anuales como perennes (no maderera) se la considera efímera, al decaer y regenerarse anualmente o en un intervalo de pocos años” (IPCC, 2006, pág. 2.12).

Los inventarios para emisiones de GEI se los realiza anualmente y es debido a esta condición, que las emisiones generadas en la descomposición se equilibran con la fijación de carbono de estas especies, consecuentemente este balance es estable en el largo plazo; es por ello que en el estudio únicamente se consideran especies arbóreas debido a su largo ciclo de vida y de absorción de carbono.

2.11. Estratificación.

La estratificación de los bosques de acuerdo a la homogeneidad del estrato, “reduce la incertidumbre en las estimaciones de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero” (IPCC, 2006, pág. 4.9).

2.12. Evaluación Nacional Forestal (ENF).

La ENF es un proyecto del MAE el mismo que se encuentra enmarcado dentro de la Dirección Nacional Forestal (DNF).

La ENF se creó bajo 3 componentes:

1. El inventario nacional forestal con detalle en: caracterización del medio natural, biodiversidad forestal, estado y perturbación de bosques, depósitos de carbono, productos forestales no maderables
2. Mapas de biomasa y carbono

3. Componente socioeconómico (Ministerio del Ambiente del Ecuador; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el cambio climático (Proyecto FAO Finlandia Ecuador), 2013, pág. 13).

2.13. Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

Organismo intergubernamental establecido en 1988 conjuntamente por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), ha proporcionado a los responsables de políticas, las evaluaciones científicas y técnicas de más autoridad y objetividad; desde 1990 esta serie de informes de evaluación, informes especiales, documentos técnicos, informes metodológicos y otros productos del IPCC se han convertido en obras de referencia autorizadas (IPCC, 2013, pág. v).

2.13.1. Directrices del IPCC.

Las Directrices del IPCC de 2006, brindan metodologías acordadas internacionalmente para que utilicen los países, con el objeto de estimar los inventarios de gases de efecto invernadero e informarlos a la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático)” (IPCC, 2006, pág. 1.4).

3. Materiales y métodos

3.1. Materiales.

Para el desarrollo del estudio se hace necesario la utilización de materiales y equipos en las fases de campo y laboratorio, a continuación, se detallan.

Tabla 1.

Materiales de campo y laboratorio

Fase de campo	Fase de laboratorio		
	Materiales	Equipos	Reactivos
Balanza Cámara digital	Vasos de precipitación Matraz Erlenmeyer	Cámara de vapores Desecador	H ₂ SO ₄ concentrado Sulfato ferroso de amonio
GPS-Garmin	Soporte universal	Balanza	Dicromato de amonio
Clinómetro	Buretas		Indicador de Ferroína
Hipsómetro Cinta diamétrica	Pipetas Pisetas		Agua destilada
Brújula Pala de punta	Libreta de apuntes Cámara digital		
Barreno Machete	Crisol Espátula		
Fundas ciplóc Tamiz Guantes Spray fosforescente			

Nota: Elaborado por I. Albiño y B. Vargas.

3.2.Método.

3.2.1. Cálculo de la huella de carbono.

3.2.1.1.Fase 1: Revisión bibliográfica.

Se revisó el último estudio de la huella de carbono realizado en el DMQ el mismo que se encuentra en el Informe de Proyecto de Huella de Ciudades del DMQ, de la plataforma del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) se revisó la población del DMQ de los años 2011 y 2015.

3.2.1.2.Fase 2: Cálculo.

Se utilizó la ecuación de datos sustitutos de la IPCC, fue necesario la emisión de la huella de carbono del último estudio en este caso del año 2011, además se utilizó la población del DMQ del año 2011 y del año 2015.

Ecuación 5.2: Estimación de las tendencias de emisiones/absorciones mediante parámetros sustitutos.

$$Y_0 = Y_t * \left(\frac{S_0}{S_t}\right) \quad (\text{IPCC, 2006, pág. 5.10}).$$

Donde:

Y= la estimación de emisiones/absorciones en los años 0 y t

S= el parámetro estadístico sustituto en los años 0 y t (IPCC, 2006, pág. 5.10).

Procedimiento:

1. Organizar los datos obtenidos en la hoja de cálculo correspondientes a la población de los años 2011 y 2015, la emisión de CO2 equivalente del año 2011.
2. Introducir las variables en la ecuación y calcular la emisión para el año de interés.
3. Analizar los datos obtenidos por medio del método.

3.2.2. Absorción de carbono en los 11 sumideros del DMQ.

Para determinar la absorción de carbono en los 11 sumideros de estudio se debe partir del cálculo de stock de carbono y con futuras mediciones se determina la cantidad de absorción, sin embargo, debido al tiempo y el enfoque de la etapa de estudio, se realizó la determinación de un método para poder determinar el stock de carbono.

Para trabajo en campo se utilizó el manual de campo de la Evaluación Nacional Forestal del Ministerio del Ambiente del Ecuador. Es importante acotar que, dentro de cada sumidero en estudio, se trabajó con parcelas permanentes de muestreo (PPM) y previamente se realizó un inventario forestal de especies arbóreas en cada PPM. El desarrollo metodológico del estudio en mención consta de cinco fases:

3.2.2.1.Fase 1: Revisión bibliográfica.

Para cuantificar la absorción de carbono en los sumideros, se seleccionó el método de cambio de existencias del IPCC, y la metodología de campo de la Evaluación Nacional Forestal del Ministerio del Ambiente del Ecuador, tanto porque las PPM representan una muestra considerable de extensión, es aplicable a las condiciones geográficas y analizan los cinco reservorios de carbono citados en el IPCC (biomasa aérea, biomasa subterránea, hojarasca, madera muerta, materia orgánica del suelo).

3.2.2.2.Fase 2: Elaboración de mapas y fichas de campo.

- Se realizó el levantamiento de mapas georreferenciados con la ayuda de un Dron Phantom Profesional.
- En el programa Arc-Giss se cargó los mapas georreferenciados y se creó un mallado de 60mx60m para cada sumidero (Ver anexos).
- Se seleccionó una PPM representativa en el interior de cada sumidero, así se estará eliminando el sesgo de error que tienen los bordes del sumidero.

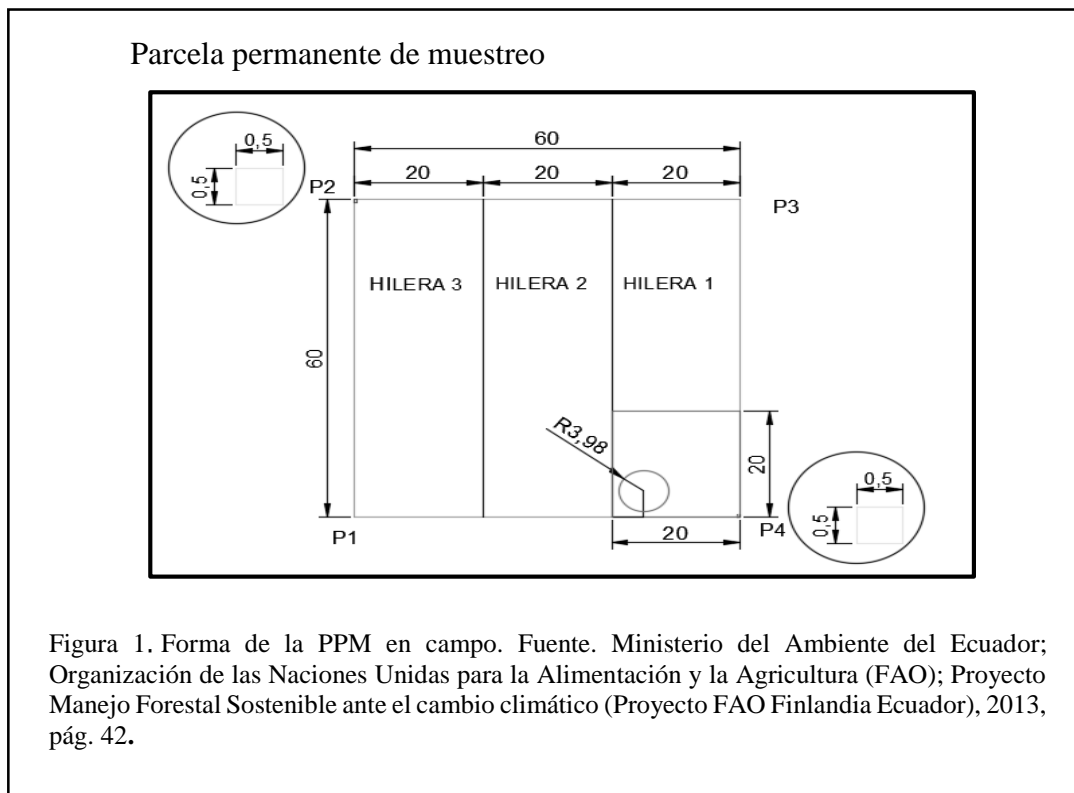
- Para pequeños sumideros se seleccionó 1 PPM, para sumideros que presenten estratos 1 PPM por estrato y para sumideros con gran extensión 2 PPM.
- Se realizaron 2 fichas de campo que incluyen los parámetros para reservorios de carbono e información general del sumidero y la PPM.

3.2.2.3. Fase 3: Recolección de datos en campo

En campo se ubicó los puntos extremos de la PPM de 60mx60m con ayuda de un GPS y una brújula, es necesario marcar los puntos extremos para mediciones futuras.

Dentro de la PPM de 60x60 se realiza lo siguiente:

1. Se denominó P4 al extremo Sureste de la parcela permanente de muestreo.
2. A la PPM se la dividió horizontalmente en 3 secciones de 20 metros y se trazó verticalmente para tener 3 hileras de 20mx60m. Denominándolas Hilera 1 (Este), Hilera 2 (Centro) e Hilera 3 (Oeste) (Ver figura 1).



3.2.2.3.1. *Para biomasa aérea.*

Se elaboró un inventario forestal, el estudio fue elaborado por otro grupo investigativo, a continuación, se detalla el procedimiento.

1. Dentro de la hilera 1 se marcó una subparcela de 20mx20m y de todas las especies arbóreas, madera muerta y tocones en pie con DAP ≥ 10 cm se midió la altura de fuste, la altura real, el DAP, se identificó el nombre común y científico de la especie, el estado sanitario y la coordenada de ubicación.
2. Desde el extremo Sur-oeste de la primera hilera se mide 5 metros al norte y 5 metros al este, se trazó un punto eje y se realizó una circunferencia de 3,98 metros para medición de regeneración arbórea; dentro de la circunferencia de 3,98 se tomó mediciones a todas las especies con DAP ≥ 5 cm.
3. Inventariado las especies de la subparcela de 20x20 m de la hilera 1, se midió los mismos parámetros a las especies con DAP ≥ 20 cm del restante de la primera hilera, de la hilera 2 e hilera 3.

3.2.2.3.1. *Para biomasa subterránea.*

El cálculo se realiza mediante ecuaciones alométricas, en el estudio se realizó mediciones a 10 cm de profundidad de 5 puntos para determinar la distribución de pequeñas raíces.

3.2.2.3.2. *Madera muerta.*

1. Se midió toda la madera muerta con DAP ≥ 10 cm en toda la PPM de 60mx60m, ya que, se tendrá valores más apegados a la realidad utilizando el método de cambio de existencias.
2. Se registró altura y diámetro de la madera muerta
3. Se registró el punto de medición

3.2.2.3.3. Hojarasca.

1. Se realizó 2 subparcelas de 50cmx50cm en el P2 y P4 de la PPM.
2. Se recogió todo el detritus y hojarasca presente y se registró el peso en campo.
3. Se etiquetó la muestra para su posterior registro de peso en seco.

3.2.2.3.4. Carbono orgánico del suelo

1. Dentro de la Subparcela de 20x20m se tomó 5 muestras de suelo a 30 cm de profundidad (carbono orgánico) de las 4 esquinas y del centro, se registró el peso en campo, se etiquetó la muestra para el análisis en laboratorio.

3.2.2.4. Fase 4: Trabajo de laboratorio.

Para el análisis se utilizó el método de Walkley- Black en la cual se realizó 3 repeticiones por muestra de suelo; el procedimiento aplicado se detalla a continuación.

Procedimiento.

1. Para cada PPM, de las 5 muestras de 30cm se formó una muestra compuesta.
2. En un vaso de precipitación se pesó 50 gr de muestra compuesta de cada PPM, se etiquetó y colocó en la estufa durante 48 horas.
3. Pasado el tiempo de 48 horas, se retiró de la estufa las muestras de suelo y se colocó en el desecador durante 30 minutos.
4. Se retiró las muestras del desecador y se registró el peso en seco de las muestras de suelo para obtener la humedad de la muestra.
5. Se pesaron de 0,1 gr a 0,5 gr de suelo seco en un vaso de precipitación (0,1 gr para suelos ricos en materia orgánica y 0,5 suelos pobres en materia orgánica).
6. Se llevó el trabajo a la cámara de gases para evitar accidentes.
7. Se colocó 10 ml de dicromato de potasio al vaso de precipitación con la muestra de suelo seco y se agitó durante 1 minuto (Radojevic & Bashkin, 2010).

8. Se colocó 10 ml de ácido sulfúrico concentrado en la reacción y se agitó durante 1 minuto (Radojevic & Bashkin, 2010).
9. Se dejó reposar la reacción durante 2 horas.
10. Se añadió 100ml de agua destilada y 5 gotas de indicador de ferroína a la reacción (Radojevic & Bashkin, 2010).
11. Se tituló con sulfato ferroso de amonio hasta que el color cambió de azul verdoso a violeta rojizo (Radojevic & Bashkin, 2010).
12. Se registró la cantidad de titulante consumido en la reacción.
13. Se realizó el mismo procedimiento para un blanco de prueba, pero sin muestra de suelo, esto permitió obtener el valor de la concentración del titulante (Radojevic & Bashkin, 2010).
14. Se repitió 2 veces más el procedimiento para cada muestra de suelo.

3.2.2.5. Fase 5: Cálculo de carbono en suelo.

1. Para calcular el contenido de carbono orgánico de la muestra de suelo.

$$\text{Carbono orgánico } \left(\frac{mg}{g}\right) = \frac{18 * C * V * \left(1 - \frac{V1}{V2}\right)}{M}$$

Donde:

C= concentración en moles/litro de la solución del dicromato de potasio (0,166M)

V= Volumen de solución de dicromato utilizada (10ml)

V1= Volumen de titulante consumido en la reacción de la muestra de suelo (ml)

V2= Volumen de titulante consumido en el blanco de determinación (ml)

M= peso de suelo usado en la reacción

(Radojevic & Bashkin, 2010).

2. Se calculó el porcentaje de carbono orgánico en la muestra

$$\text{Carbono orgánico (\%)} = \frac{\text{Carbono orgánico } \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}}\right)}{10}$$

(Radojevic & Bashkin, 2010).

3. La materia orgánica se calculó como

$$\text{Materia orgánica (\%)} = 1,72 * \text{Carbono orgánico (\%)}$$

(Radojevic & Bashkin, 2010).

Diseño.

Diseño experimental.

Para extrapolación de la huella de carbono del DMQ-2015.

No se consideró pertinente el uso de diseño experimental ya que no se realizó manipulación de variables, repeticiones ni tratamientos, simplemente se ha realizado una proyección para tener un dato aproximado de las emisiones.

Para metodología de absorción de carbono en los 11 sumideros.

Se realizó de mediciones directas y no se manipuló ninguna variable, se consideró una unidad de muestreo PPM (parcela permanente de muestreo) sobre la cual se midió parámetros de biomasa aérea, subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono del suelo. Respecto al trabajo de laboratorio en la cual se aplicó 3 repeticiones por muestra analizada se ha considerado utilizar diseño experimental y de muestreo (ver figura 2).

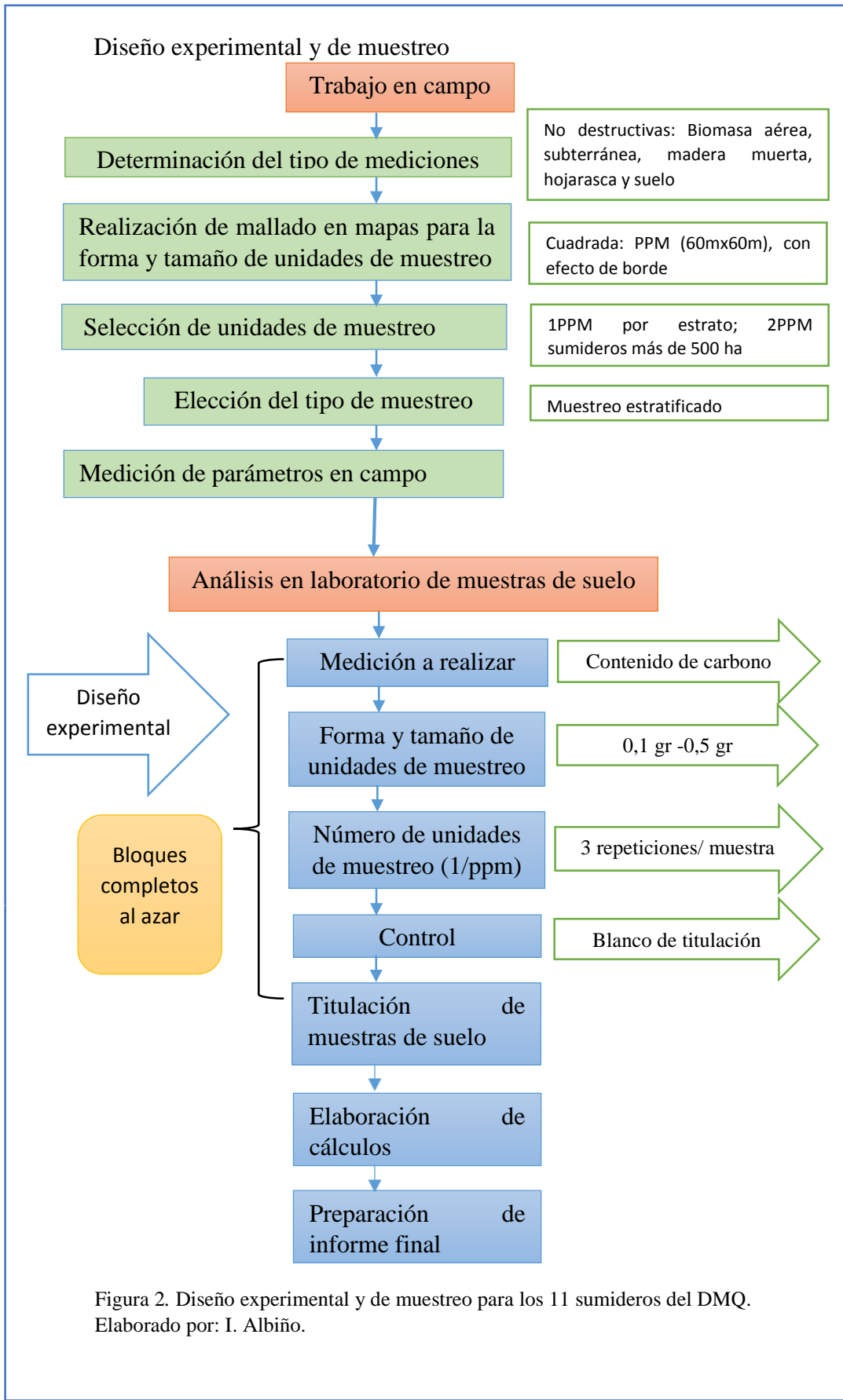


Figura 2. Diseño experimental y de muestreo para los 11 sumideros del DMQ. Elaborado por: I. Albiño.

Tipo de diseño experimental.

El tipo de diseño experimental utilizado en el estudio es un DISEÑO EN BLOQUES COMPLETOS AL AZAR dicho diseño experimental se utiliza principalmente en el análisis de las muestras de suelo.

Hipótesis afirmativa

Los suelos de los 11 sumideros del DMQ estudiados son ricos en materia orgánica.

Hipótesis nula

Los suelos de los 11 sumideros del DMQ no son ricos en contenido de materia orgánica.

Variable dependiente

Contenido de suelo seco en peso para análisis en laboratorio de los 11 sumideros.

Variable independiente

Cantidad de titulante consumido en la reacción de titulación de muestras de suelo.

Población y muestra.

Población.

La huella de carbono ha sido realizada para todo el DMQ considerando la población actual del año 2015.

Para la absorción de carbono se ha tomado una población que corresponde a 11 sumideros del DMQ distribuidos en los principales sectores de la ciudad y sus alrededores (Ver anexo 1).

Muestra.

Para el cálculo de la extrapolación de la huella de carbono se ha seleccionado los sectores: Energía, Procesos Industriales, Agricultura, USCUS y Residuos, los mismos que se agrupan como total de huella de carbono para presentación de resultados.

En lo referente a la absorción de carbono en los sumideros, la muestra en estudio fueron Parcelas Permanentes de muestreo (PPM) sobre las cuales se realizó las mediciones de los parámetros y en las que en futuros estudios permitirá conocer el cambio en la absorción de carbono.

Dentro de laboratorio se consideró la muestra un peso dependiente del contenido de materia orgánica el mismo que va desde 0,1 gr para suelos ricos en materia orgánica y 0,5 gr para suelos con poco contenido de materia orgánica.

4. Resultados y discusión

4.1. Recogida de datos

4.1.1. Huella de carbono

Se han obtenido datos de emisión del año 2011 del proyecto huella de ciudades y además datos de población de los años 2011 y 2015 del INEC (Ver figura 3).

4.1.2. Absorción de carbono en los 11 sumideros del DMQ

Durante la elaboración de la investigación se han analizado los 5 reservorios reconocidos por la IPCC:

- 1.- Biomasa aérea: Se realizó un inventario forestal, el mismo que ha sido realizado por otro grupo investigativo relacionado al mismo proyecto (Ver tabla 3).
- 2.- Biomasa subterránea: Las grandes raíces se calculará en un estudio posterior mediante relaciones y ecuaciones alométricas; en el estudio se recogió muestras de raíces pequeñas a 10 cm de profundidad por motivo de análisis (Ver tabla 4).
- 3.- Madera muerta: se realizó mediciones en toda la PPM principal (Ver tabla 5).
- 4.- Hojarasca y detritus: Se realizó mediciones en el P2 y P4 de la PPM (Ver tabla 6).
- 5.- Carbono del suelo: Se realizó análisis en laboratorio (Ver tabla 7).

4.2. Análisis de datos.

Durante la elaboración del trabajo experimental en los 11 sumideros del DMQ, se obtuvo información valiosa, misma que fue analizada minuciosamente y será de aporte para el cálculo del contenido de carbono, a continuación, se presenta una compilación de los datos más relevantes obtenidos en campo: biomasa aérea, raíces, madera muerta, hojarasca, carbono orgánico del suelo.

4.3. Presentación de los datos.

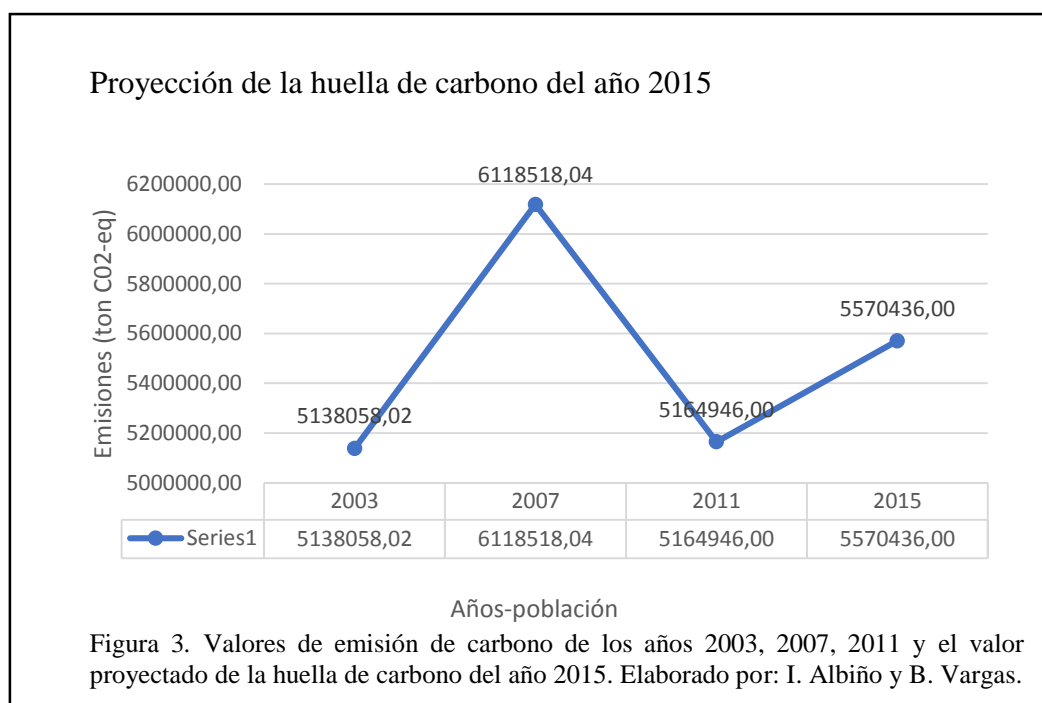
4.3.1. - Proyección de la huella de carbono del DMQ-2015 en función de la Población.

Tabla 2.

Población y emisiones de CO2 del DMQ

Años	Población DMQ	Emisión CO2(ton CO2-eq)
2003	1,882,557	5,138,058.02
2007	1,968,504	6,118,518.4
2011	2,365,973	5,164,946.00
2015	2,551,721	5,570,436.00

Nota: El valor de Emisión del año 2015, ya es el resultado calculado en función de la Población, con los datos de los años 2011. Elaborado por: I. Albiño y B. Vargas.



Se tiene un valor proyectado de 5570436,00 ton CO2-eq para el año 2015, presenta un incremento de 405490 ton CO2-eq respecto al último estudio del año 2011, este incremento es evidente considerando el aumento en la población que consecuentemente conduce a mayor consumo de bienes y servicios y con ello, mayores emisiones.

4.3.2. Metodología para absorción de carbono en los 11 sumideros.

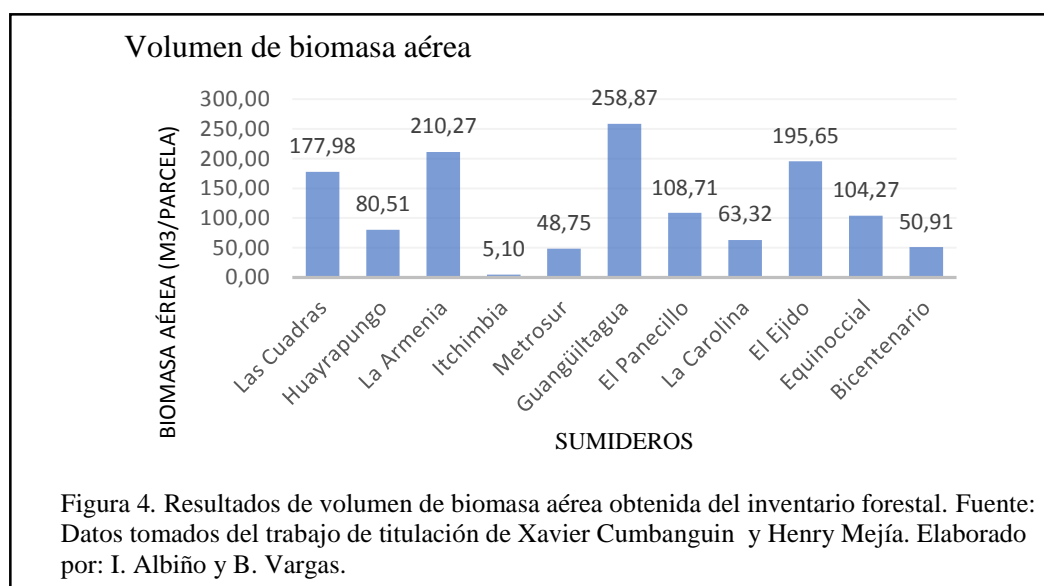
4.3.2.1. Reservorio 1: Biomasa aérea.

Tabla 3.

Volumen de biomasa aérea

Número	Sumidero	Núm. PPM	Volumen (m3/PPM)
1	Las Cuadras	1	177,98
2	Huayrapungo	2	80,51
3	La Armenia	1	210,27
4	Itchimbia	1	5,10
5	Metrosur	2	48,75
6	Guangüiltagua	2	258,87
7	El Panecillo	2	108,71
8	La Carolina	1	63,32
9	El Ejido	1	195,65
10	Equinoccial	1	104,27
11	Bicentenario	1	50,91

Nota: Datos tomados del trabajo de titulación de Xavier Cumbanguin y Henry Mejía. Elaborado por: I. Albiño y B. Vargas.



Por unidad muestreada el Parque Metropolitano la Armenia con 210,21 m³ presentó el mayor contenido de volumen de biomasa aérea, este sumidero dispone de buenas condiciones ambientales, además la gestión permite tener el cuidado que requiere, el Parque Metropolitano Itchimbia a su vez presentó menor contenido de biomasa aérea con 5,10 m³ debido a que es sumidero con especies relativamente jóvenes.

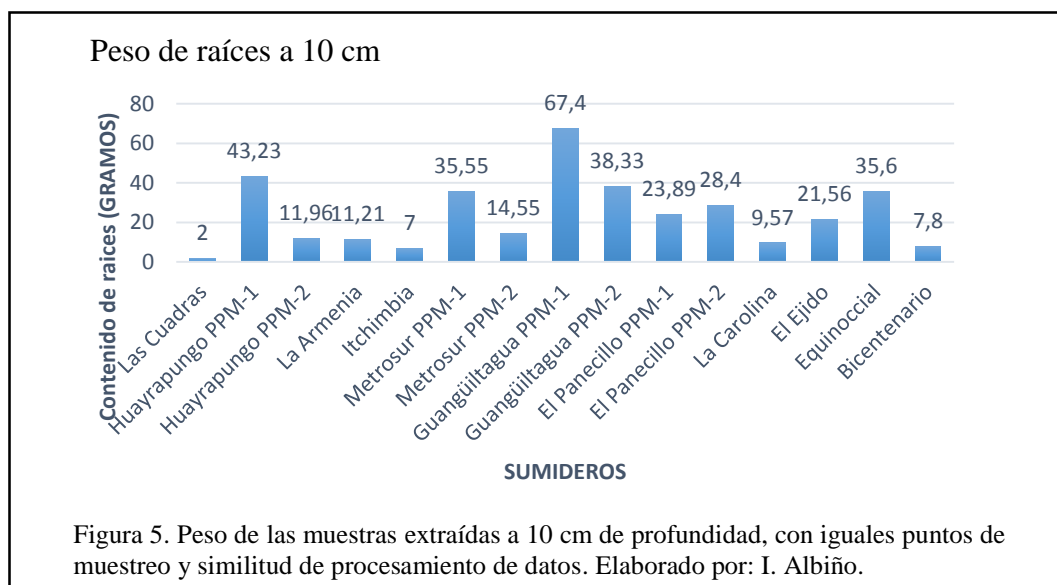
4.3.2.2 Reservorio 2: Raíces.

Tabla 4.

Densidad y peso de raíces a 10cm

Núm.	Sumidero	Densidad del suelo (gr/ml)	Peso (gramos)
1	Las Cuadras	0,81	2
2	Huayrapungo PPM-1	0,80	43,23
	Huayrapungo PPM-2	0,67	11,96
3	La Armenia	0,72	11,21
4	Itchimbia	0,89	7
5	Metrosur PPM-1	0,76	35,55
	Metrosur PPM-2	0,78	14,55
6	Guanguiltagua PPM-1	1,10	67,4
	Guanguiltagua PPM-2	0,76	38,33
7	El Panecillo PPM-1	0,82	23,89
	El Panecillo PPM-2	0,80	28,4
8	La Carolina	1,11	9,57
9	El Ejido	0,63	21,56
10	Equinoccial	0,86	35,6
11	Bicentenario	0,83	7,8

Nota: Elaborado por I. Albiño.



El mayor contenido en peso de raíces en la muestra a 10 cm de profundidad presentó en Parque Metropolitano Guanguiltagua con 67,4 gramos, el Parque Metropolitano Las Cuadras a su vez presentó 2 gramos de raíces en la muestra, este parque presenta limpieza constante y remoción de cobertura vegetal impidiendo que exista la adecuada distribución de raíces en su superficie.

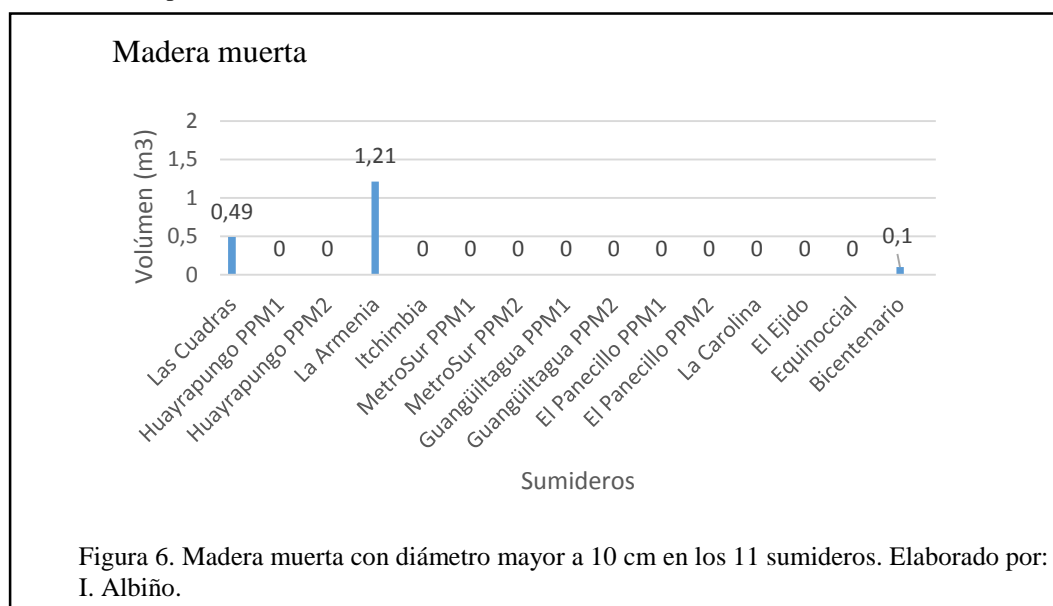
4.3.2.3 Reservorio 3: madera muerta.

Tabla 5.

Madera muerta por PPM de estudio

Número	Sumidero	Parcela	Volumen (m3)
1	Las Cuadras	PPM-LCU-1	0,49
2	Huayrapungo PPM-1	PPM-CH-1	0
	Huayrapungo PPM-2	PPM-CH-2	0
3	La Armenia	PPM-AR-1	1,21
4	Itchimbia	PPM-IT-1	0
5	Metrosur PPM-1	PPM-MS-1	0
	Metrosur PPM-2	PPM-MS-2	0
6	Guangüiltagua PPM-1	PPM-MN-1	0
	Guangüiltagua PPM-2	PPM.MN-2	0
7	El Panecillo PPM-1	PPM-PA-1	0
	El Panecillo PPM-2	PPM-PA-2	0
8	La Carolina	PPM-CA-1	0
9	El Ejido	PPM-EJ-1	0
10	Equinoccial	PPM-EQ-1	0
11	Bicentenario	PPM-BI-1	0,1

Nota: Elaborado por I. Albiño.



Los sumideros en estudio son áreas gestionadas lo cual implica remoción constante de necromasa, se obtuvo poca cantidad de madera muerta; el Parque Metropolitano La Armenia presentó 5 especies, El Parque Metropolitano Las Cuadras 1 especie y el Parque Metropolitano Bicentenario 1 especie inventariada, mientras que los demás sumideros no registraron especies de madera muerta por las razones expuestas.

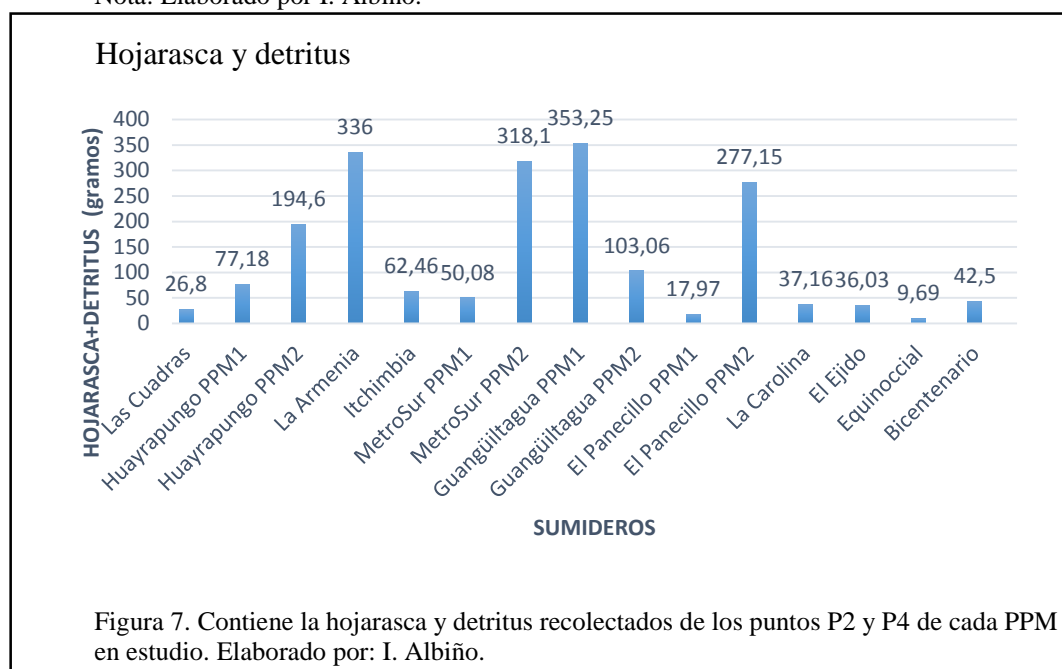
4.3.2.4 Reservorio 4: hojarasca + detritus recolectados en campo.

Tabla 6.

Peso de hojarasca y detritus

Número	Sumidero	Parcela	Peso (gramos)
1	Las Cuadras	PPM-LCU-1	26,8
2	Huayrapungo PPM-1	PPM-CH-1	77,18
	Huayrapungo PPM-2	PPM-CH-2	194,6
3	La Armenia	PPM-AR-1	336
4	Itchimbia	PPM-IT-1	62,46
5	Metrosur PPM-1	PPM-MS-1	50,08
	Metrosur PPM-2	PPM-MS-2	318,1
6	Guangüiltagua PPM-1	PPM-MN-1	353,25
	Guangüiltagua PPM-2	PPM.MN-2	103,06
7	El Panecillo PPM-1	PPM-PA-1	17,97
	El Panecillo PPM-2	PPM-PA-2	277,15
8	La Carolina	PPM-CA-1	37,16
9	El Ejido	PPM-EJ-1	36,03
10	Equinoccial	PPM-EQ-1	9,69
11	Bicentenario	PPM-BI-1	42,5

Nota: Elaborado por I. Albiño.



Los parques Metropolitanos Guangüiltagua con 353,25 gr y La Armenia con 336 gr registraron mayor cantidad de hojarasca y detritus, el Parque Metropolitano Equinoccial con 9,69 gr registró menor cantidad de hojarasca y detritus, los sumideros de mayor cantidad no presentan gran intervención humana ni remoción lo cual garantiza considerables cantidades de muestra.

4.3.2.5. Reservorio 5: Contenido de carbono en las muestras de suelo.

Tabla 7.

Contenido de carbono en muestras de suelo

Núm.	Sumidero	Parcela	Carbono orgánico (mg/g)	C.O (%)	M.O: Materia orgánica (%)
1	Las Cuadras	PPM-LCU-1	22,83	2,28	3,93
2	Huayrapungo PPM-1	PPM-CH-1	50,84	5,08	8,74
	Huayrapungo PPM-2	PPM-CH-2	36,14	3,61	6,22
3	La Armenia	PPM-AR-1	28,70	2,87	4,94
4	Itchimbia	PPM-IT-1	19,48	1,95	3,35
5	Metrosur PPM-1	PPM-MS-1	28,93	2,89	4,98
	Metrosur PPM-2	PPM-MS-2	22,59	2,26	3,89
6	Guangüiltagua PPM-1	PPM-MN-1	18,33	1,83	3,15
	Guangüiltagua PPM-2	PPM.MN-2	13,72	1,37	2,36
7	El Panecillo PPM-1	PPM-PA-1	13,72	1,37	2,36
	El Panecillo PPM-2	PPM-PA-2	14,80	1,48	2,55
8	La Carolina	PPM-CA-1	16,39	1,64	2,82
9	El Ejido	PPM-EJ-1	9,8	0,98	1,69
10	Equinoccial	PPM-EQ-1	8,23	0,82	1,42
11	Bicentenario	PPM-BI-1	17,6	1,76	3,03

Nota: Elaborado por I. Albiño.

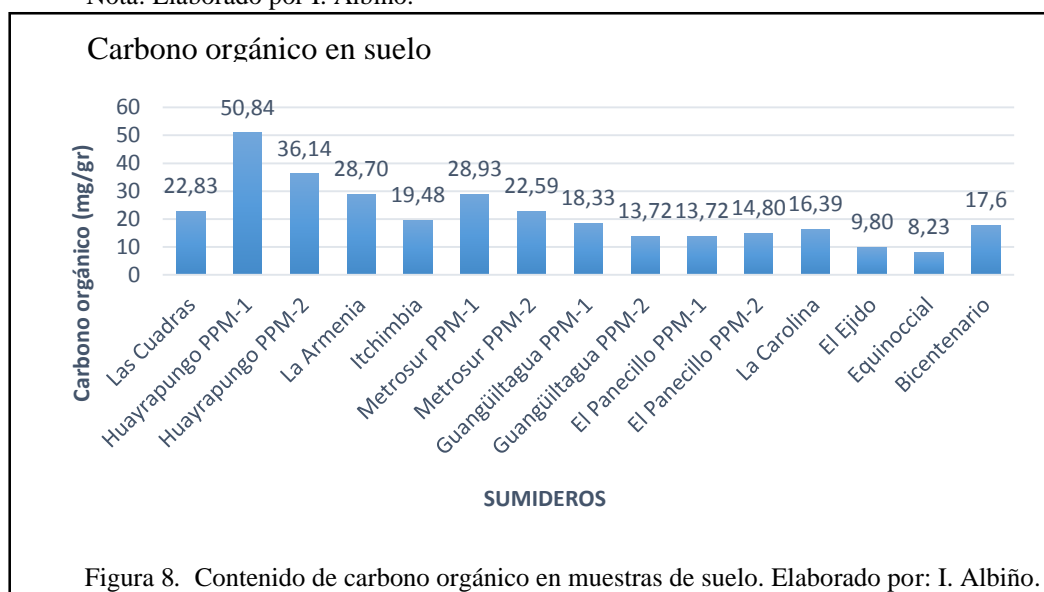


Figura 8. Contenido de carbono orgánico en muestras de suelo. Elaborado por: I. Albiño.

El Parque Metropolitano Huayrapungo presentó 50,84 mg CO/gr de suelo en la PPM1, siendo el sumidero de mayor contenido de CO, mientras que el Parque Metropolitano Equinoccial presentó apenas 8,23 mg CO/gr de suelo, es evidente que los sumideros que presentan mayor remoción de necromasa presentan menor contenido de carbono orgánico ya que se corta el ciclo de aporte de carbono al suelo.

4.4.Discusión.

4.4.1. Cálculo de la proyección de la Huella de carbono DMQ-2015.

El cálculo de la proyección de la huella de carbono del DMQ del año 2015, da como resultado de 5'570,436.00 toneladas de CO₂ equivalente, se evidencia un incremento de 405490.00 toneladas de CO₂ equivalente con respecto a la emisión del año 2011. En método de datos sustitutos del IPCC es confiable debido a que utiliza las variables directamente relacionadas en la emisión las cuales son PIB y población, en el caso de estudio se ha calculado en función de la población debido a que se puede obtener la información de fuentes del INEC.

4.4.2. Metodología para absorción de carbono en los 11 sumideros del DMQ.

El método más acorde a la dinámica urbana es el método de cambio de existencias, se eligió este método ya que, no considera necesario llevar registro de los productos retirados del sumidero, simplemente se debe realizar una segunda medición en un tiempo estimado ya sea de 1 año o más y se evalúan los cambios suscitados en la PPM; otro aspecto para considerar este método es debido a la limpieza permanente que llevan algunos sumideros como La Carolina, El Ejido, Bicentenario, Equinoccial; el material removido puede ser incorporado como abono en el mismo sumidero o a su vez quemado y el carbono reintegrado como CO₂ a la atmósfera, por ello se puede asumir que el carbono absorbido por el reservorio vuelve a la atmósfera siendo aún motivo de preocupación, no se puede realizar un seguimiento por la complejidad del proceso y por el gasto de recursos que implicaría, es por ello que el método de cambio de existencias es idóneo para evitar estos inconvenientes.

Con el método de cambio de existencias, en la segunda medición siguiendo la misma metodología se evaluarán los mismos parámetros: biomasa aérea y subterránea,

madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo. Existen sumideros que han implementado programas de forestación y otros que se encuentran en pleno estado de desarrollo, así que realizar una segunda medición en la misma PPM será vital para evaluar cambios referentes a la absorción de carbono en estos sumideros del DMQ.

Con respecto a las mediciones realizadas en campo.

La biomasa es el reservorio que mayor carbono almacena, existen importantes extensiones de arboleda en los Parques Metrosur, Guangüiltagua, Huayrapungo; los parques Metrosur y Guangüiltagua tienen gran potencial de captación de carbono debido a que las especies son jóvenes y aún tienen muchos años para realizar la absorción de carbono del DMQ.

En lo que refiere a la necromasa (madera muerta, hojarasca), como ya se ha manifestado, los sumideros con mayor contenido son los sumideros alejados de la urbe como la Armenia, Huayrapungo, Metrosur, en ellos se registró importantes cantidades de necromasa, dinamizando constantemente los procesos de descomposición y aporte de carbono al suelo.

Existe una marcada tendencia respecto al contenido de carbono del suelo, los sumideros ubicados al Sur del DMQ son ricos en contenido de materia orgánica no así los sumideros del Norte los cuales son pobres en materia orgánica. El aporte de carbono a los suelos se da por la descomposición de la necromasa (madera muerta, hojarasca, detritus, frutos, flores), los sumideros muy transitados y con remoción constante de necromasa tienen escaso aporte de materia orgánica a los suelos y aquellos sumideros gestionados donde el transitar de las personas y la remoción de necromasa es mínima presentan gran aporte de materia orgánica haciendo de estos suelos, fértiles y con gran contenido de carbono.

Conclusiones

- 1.) El método de datos sustitutos se considera útil para proyección de la huella de carbono ya que relaciona variables íntimamente ligadas al incremento de emisiones en función del tiempo como son población o PIB.
- 2.) Los sumideros ubicados en el interior del DMQ presentan limpieza y desbroce permanente de vegetación, sin embargo, esta actividad representa un corte en el aporte de carbono y nutrientes al suelo con lo cual se lo está empobreciendo al no existir la transición de materia orgánica entre reservorios.
- 3.) Los sumideros alejados de la urbe no presentan gran intervención humana, por lo tanto, no es necesario la limpieza de vegetación, hojarasca y madera muerta; estos sumideros presentaron gran contenido de hojarasca y detritus en las muestras, además los suelos presentan gran contenido de materia orgánica y carbono, haciéndolos fértiles y con ello logrando una dinámica importante en lo referente a la absorción de carbono
- 4.) La metodología de la Evaluación Nacional Forestal (ENF) del Ministerio del Ambiente es aplicable a sumideros urbanos, sin embargo, se requiere realizar modificaciones de acuerdo a las necesidades requeridas en el estudio.
- 5.) El método de cambio de existencias es ideal para periodos largos de absorción de carbono, la principal razón se debe a optimización de recursos, ya que, el método solo exige medir parámetros en una segunda medición sin considerar necesario llevar registro del material forestal removido del sumidero.

Recomendaciones.

- 1.) Es importante delimitar cuidadosamente el alcance del estudio, dicho alcance se lo debe hacer en función de los recursos disponibles para la realización del estudio, ya que esto asegurará que se cumplan adecuadamente con los objetivos planteados.
- 2.) Se recomienda mantener actualizada la huella de carbono del DMQ, ya que nos permitirá conocer de mejor manera el comportamiento de las emisiones y realizar un análisis más exhaustivo del aumento o disminución de las emisiones en el DMQ.
- 3.) Al trabajar con PPM es fundamental realizar futuras mediciones para evaluar los cambios y variaciones con respecto al contenido de carbono, de esta manera estaremos obteniendo una absorción real en un transcurso de tiempo dado.
- 4.) Se debe utilizar instrumentos de medida de gran precisión así estaremos obteniendo valores más cercanos a la realidad referente al volumen y pesaje de los reservorios de carbono en cada sumidero en estudio.
- 5.) Realizar una capacitación en el uso de los equipos e instrumentos de trabajo de esta manera se estará evitando errores en los datos debido a la falta de capacitación en la manipulación de los mismos.
- 6.) Tener estudios similares como base y sustento de información, la comparación con estos permitirá tener una noción acerca de cómo está direccionado el estudio de interés.
- 7.) Realizar las medidas necesarias para la recuperación de los suelos con poco contenido de materia orgánica en el suelo a fin de asegurar la sostenibilidad del mismo.

Referencias

- Figueroa Clemente, M. E. (2007). *Los sumideros naturales de CO₂: Una estrategia sostenible entre el cambio climático y el Protocolo de Kyoto desde las perspectivas urbana y territorial* (Primera ed.). Sevilla: Universidad de Sevilla & Muñoz Moya.
- Gómez, C. (2010). Instalación de parcelas permanentes de muestreo PPM, en los bosques tropicales del Darién en Panamá. 2.
- Guarín, O. D., Delgado, J. A., Suanch, O. E., Mantilla, N. F., Gualdrón, S. P., & Moreno, M. C. (2013). Determinación de dióxido de carbono en parques de la ciudad de Bucaramanga. *TEORÍA Y PRAXIS INVESTIGATIVA*, 58.
- INAMHI. (2014). *INAMHI-IÑAQUITO*. Quito.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2014). *Datos Abiertos Quito*. Obtenido de <http://datos.quito.gob.ec/dashboards/10/demografia/>
- IPCC . (2001). *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Obtenido de Tercer Informe de Evaluación. Cambio climático 2001. Impactos, adaptación y vulnerabilidad: www.ipcc.ch
- IPCC. (2006). Capítulo 1: Introducción: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra . *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* . Cambridge.
- IPCC. (2006). Capítulo 4: Tierras forestales :Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra . *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 4.85). Cambridge.
- IPCC. (2006). Capítulo 4: Tierras Forestales: Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 4.24). Cambridge.
- IPCC. (2006). Coherencia de la serie temporal: Volumen 1: Orientación general y generación de informes. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 5.10). Cambridge.
- IPCC. (2006). Introducción a las directrices de 2006: Volúmen 1: Orientación general y generación de informes. *Directrices para elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 1.5). Cambridge.
- IPCC. (2006). Introducción: Volúmen 2: Energía. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 1.5). Cambridge.

- IPCC. (2006). Introducción: Volúmen 4-. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 1.9). Cambridge.
- IPCC. (2006). Introducción: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC del 2006 para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 4.88). Cambridge.
- IPCC. (2006). Introducción: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 1.5). Cambridge.
- IPCC. (2006). Introducción: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 1.7). Cambridge.
- IPCC. (2006). Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de efecto invernadero*, (pág. 2.37). Cambridge.
- IPCC. (2006). Metodologías Genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierras: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 2.13). Cambridge.
- IPCC. (2006). Metodologías genéricas aplicables a múltiples usos de la tierra: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Cambridge.
- IPCC. (2006). Tierras Forestales: Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 4.14). Cambridge.
- IPCC. (2006). Tierras forestales: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 4.83). Cambridge.
- IPCC. (2006). Tierras Forestales: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC 2006 para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, (pág. 4.85). Cmabridge.
- IPCC. (2006). Tierras Forestales: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Cambridge.

- IPCC. (2013). Cambio climático 2013. *Resumen para responsables de políticas*, (pág. 4). Cambridge.
- IPCC. (2013). Resumen para responsables de políticas, resumen técnico y preguntas frecuentes. *Cambio climático 2013, bases físicas*. Cambridge.
- MAGRAMA. (Abril de 2015). *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*. Obtenido de Guía para la estimación de absorciones de carbono : http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_pa_v2_tcm7-379900.pdf
- MAGRAMA. (Abril de 2015). *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*. Obtenido de Guía para el cálculo de Huella de Carbono y elaboración de un plan de mejora de una organización: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_v2_tcm7-379901.pdf
- Ministerio del Ambiente del Ecuador; Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el cambio climático (Proyecto FAO Finlandia Ecuador); Componente ONU REDD FAO. (2012). Evaluación Nacional Forestal: Manual de Campo. *Evaluación Nacional Forestal: Sistema Nacional de Monitoreo Forestal*. Quito.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el cambio climático (Proyecto FAO Finlandia Ecuador). (2013). Evaluación Nacional Forestal: Sistematización de la experiencia. *Proyecto Evaluación Nacional Forestal (ENF); FAO; Proyecto Manejo forestal sostenible ante el cambio climático (MFSCC)*. Quito.
- Radojevic, M., & Bashkin, V. N. (2010). *Practical Environmental Analysis*. Cambridge UK: Royal Society of Chemistry.
- Rodríguez Sánchez, F. (2011). Un análisis integrado de la respuesta de las especies al cambio climático: biogeografía y ecología de árboles relictos en el Mediterráneo. *20(1)*.
- Secretaría de Ambiente-MDMQ. (2014). *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero DMQ 2011*. Quito.
- Servicios Ambientales S.A; Equipo técnico del MDMQ. (2013). Evaluación de la Huella de Carbono y Huella Hídrica del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *Proyecto huella de ciudades*, (pág. 37). La Paz.

Anexos

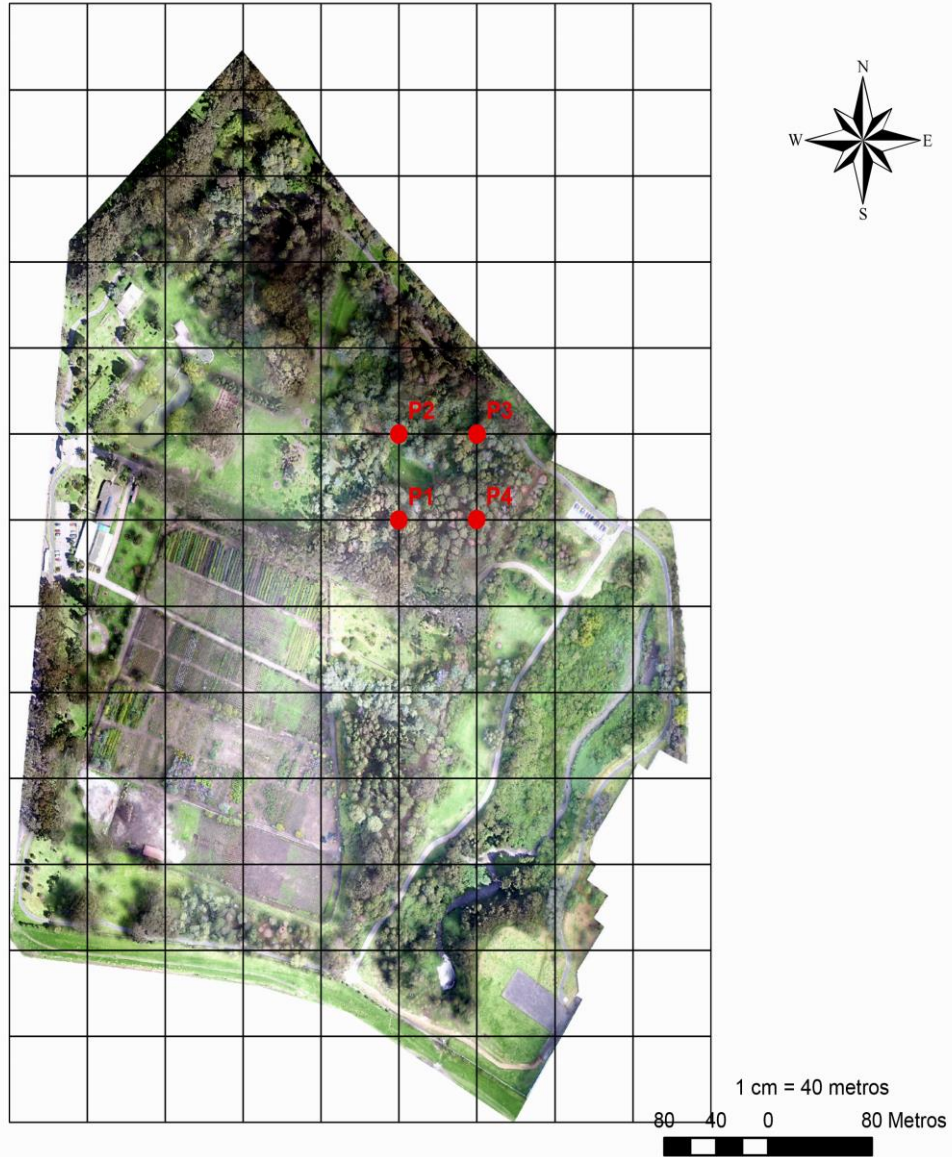
Anexo 1. Ubicación geográfica de los 11 sumideros del DMQ

SUMIDEROS EN ESTUDIO DEL DMQ					
N°	Nombre sumidero	Sector	Coord. X	Coord. Y	Altitud
1	Parque Las Cuadras	Sur	773132	9968287	2777
2	Parque Huayrapungo	Sur (Mena 2)	771200	9972300	3075
3	Parque La Armenia	Puente 3	781737	9970221	2545
4	Parque Itchimbia	Centro	778270	9975303	2913
5	Parque Metropolitano de Sur	Sur	776820	9964420	3067
6	Parque Guangüiltagua (Metro Norte)	Norte	782560	9979810	2930
7	Parque El Panecillo	Centro	776236	9974575	3019
8	Parque La Carolina	Norte	779876	9979735	2800
9	Parque El Ejido	Centro	778436	9976799	2803
10	Parque Equinoccial	Pomasqui	784149	9995522	2465
11	Parque Bicentenario	Norte	779700	9983970	2803

Elaborado por: I. Albiño y B. Vargas.

Anexo 2. Parque Las Cuadras

UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE LAS CUADRAS PARA EL INVENTARIO FORESTAL



Simbología	
●	Límite de la parcela
□	Malla 60 x 60 m.

Código	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	772997,73	9968280,12
P2	772997,73	9968339,99
P3	773058,05	9968339,97
P4	773057,73	9968280,32

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
MAPA 3. UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE LAS CUADRAS PARA EL INVENTARIO FORESTAL
Datum WGS 84, Proyección Universal Transversal de Mercator, Zona 17 Sur
Elaborado por: Cumbagin Torres Jorge Xavier Mejía Buitrón Henry Paúl
Fecha: Abril 2016

Nota: Adaptado de Cumbanguin y Mejía, 2016.

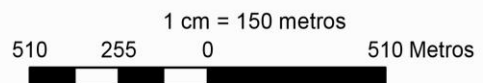
Anexo 3. Parque Huayrapungo

UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE HUAYRAPUNGO PARA EL INVENTARIO FORESTAL



Simbología	
•	Límite de la parcela
□	Malla 60 x 60 m.

Código	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	771255,11	9972425,36
P2	771255,11	9972485,36
P3	771315,11	9972485,36
P4	771315,11	9972425,36
P5	771615,11	9972365,36
P6	771615,11	9972425,36
P7	771675,11	9972425,36
P8	771675,11	9972365,36

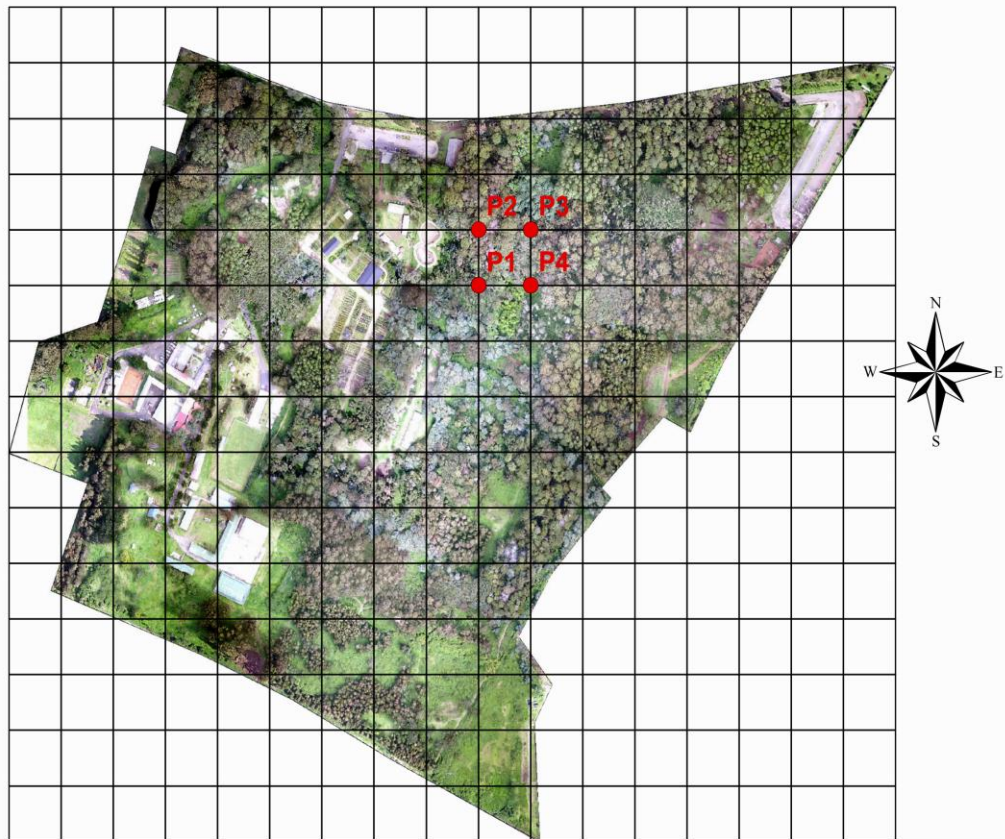


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
MAPA 9. UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE HUAYRAPUNGO PARA EL INVENTARIO FORESTAL
Datum WGS 84, Proyección Universal Transversal de Mercator, Zona 17 Sur
Elaborado por: Cumbagin Torres Jorge Xavier Mejía Buitrón Henry Paúl
Fecha: Abril 2016

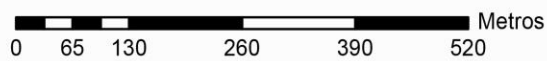
Nota: Adaptado de Cumbanguin y Mejía, 2016.

Anexo 4. Parque La Armenia

UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE LA ARMENIA PARA EL INVENTARIO FORESTAL



1 centímetro = 60 metros



Simbología

- Límite de la parcela
- Malla 60 x 60 m.

Código	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	781712,69	9970209,49
P2	781712,69	9970269,67
P3	781772,69	9970269,67
P4	781772,69	9970209,57

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

MAPA 5. UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE LA
ARMENIA PARA EL INVENTARIO FORESTAL

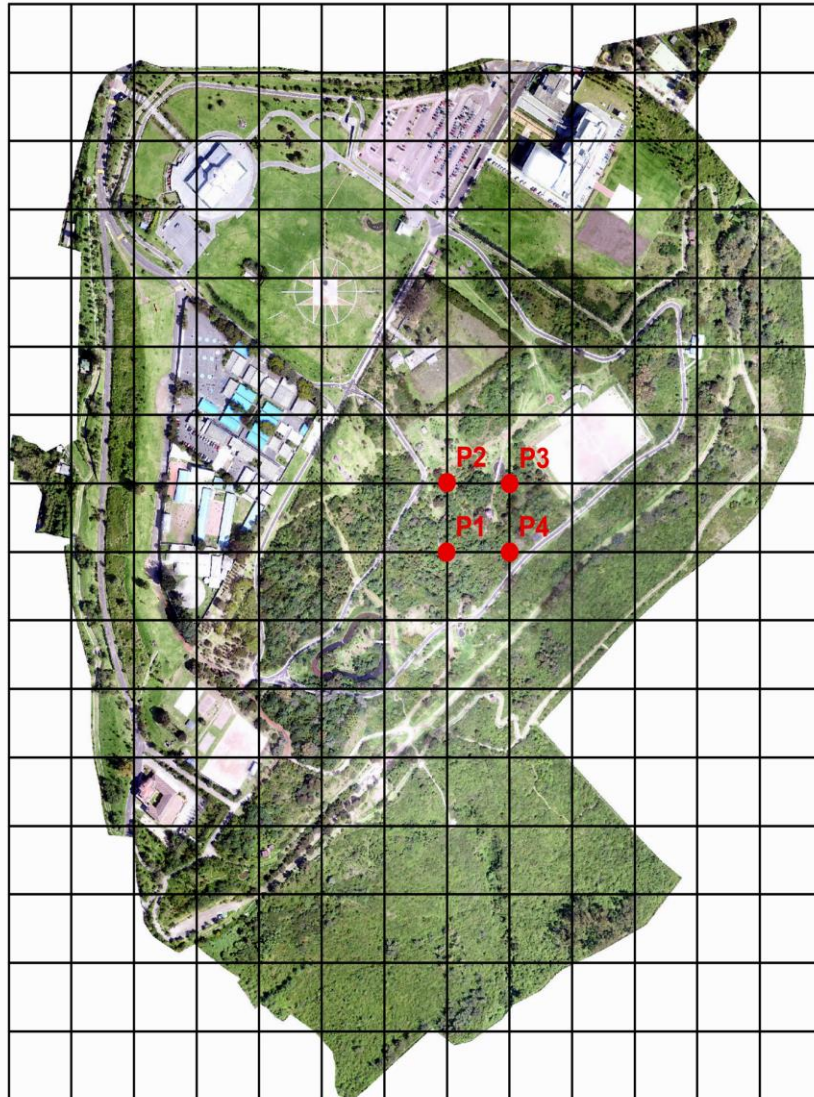
Datum WGS 84, Proyección Universal
Transversal de Mercator, Zona 17 Sur

Elaborado por:
Cumbagin Torres Jorge Xavier
Mejía Buitrón Henry Paúl

Fecha: Abril 2016

Nota: Adaptado de Cumbanguin y Mejía, 2016.

UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE ITCHIMBIA PARA EL INVENTARIO FORESTAL

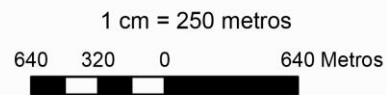
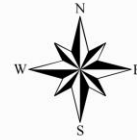
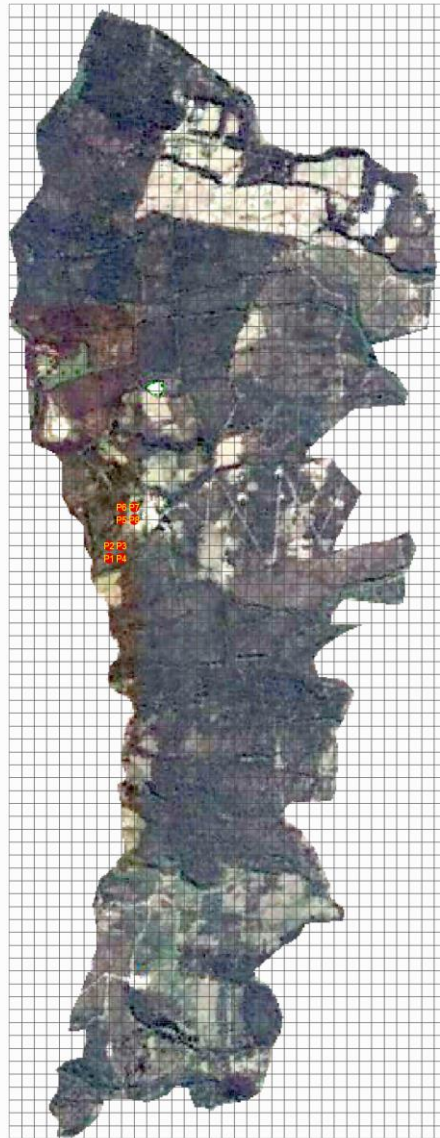


<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Límite de la parcela □ Malla 60 x 60 m. 	<p>1 cm = 50 metros</p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</p> <p style="text-align: center;">MAPA 7. UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE ITCHIMBIA PARA EL INVENTARIO FORESTAL</p> <p style="text-align: center;">Datum WGS 84, Proyección Universal Transversal de Mercator, Zona 17 Sur</p> <p style="font-size: small;">Elaborado por: Cumbagin Torres Jorge Xavier Mejía Bultrón Henry Paul</p> <p style="font-size: small;">Fecha: Abril 2016</p>															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Código</th> <th style="width: 35%;">Coordenadas X</th> <th style="width: 35%;">Coordenadas Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1</td> <td style="text-align: center;">778291,81</td> <td style="text-align: center;">9975334,56</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td style="text-align: center;">778292,17</td> <td style="text-align: center;">9975395,27</td> </tr> <tr> <td>P3</td> <td style="text-align: center;">778352,66</td> <td style="text-align: center;">9975394,56</td> </tr> <tr> <td>P4</td> <td style="text-align: center;">778352,33</td> <td style="text-align: center;">9975334,56</td> </tr> </tbody> </table>			Código	Coordenadas X	Coordenadas Y	P1	778291,81	9975334,56	P2	778292,17	9975395,27	P3	778352,66	9975394,56	P4	778352,33	9975334,56
Código	Coordenadas X	Coordenadas Y															
P1	778291,81	9975334,56															
P2	778292,17	9975395,27															
P3	778352,66	9975394,56															
P4	778352,33	9975334,56															

Nota: Adaptado de Cumbanguin y Mejía, 2016.

Anexo 6. Parque Metropolitano del Sur

UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DEL PARQUE METROPOLITANO DEL SUR PARA EL INVENTARIO FORESTAL



Simbología	
●	Límite de la parcela
	Malla 60 x 60 m.

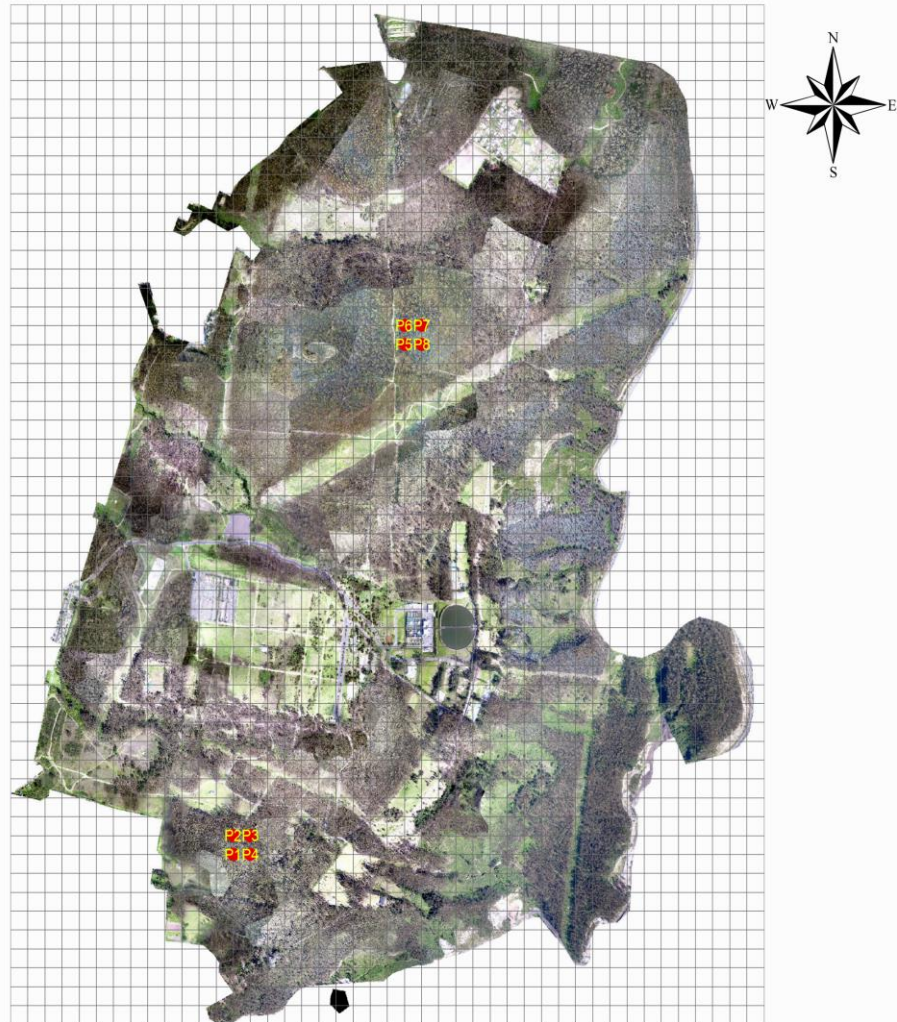
Código	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	776758,55	9964413,95
P2	776758,55	9964473,95
P3	776818,55	9964473,95
P4	776818,55	9964413,95
P5	776818,55	9964593,95
P6	776818,55	9964653,95
P7	776878,55	9964653,95
P8	776878,55	9964593,95

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
MAPA 13. UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DEL PARQUE METROPOLITANO DEL SUR
Datum WGS 84, Proyección Universal Transversal de Mercator, Zona 17 Sur
Elaborado por: Cumbagin Torres Jorge Xavier Mejía Buitrón Henry Paúl
Fecha: Abril 2016

Nota: Adaptado de Cumbanguin y Mejía, 2016.

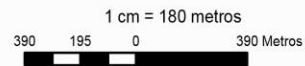
Anexo 7. Parque Guanguiltagua

UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DEL PARQUE METROPOLITANO GUANGÜILTAGUA PARA EL INVENTARIO FORESTAL



Simbología

- Límite de la parcela
- Malla 60 x 60 m.



Código	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	781899,11	9979267,3
P2	781899,11	9979327,3
P3	781959,11	9979327,3
P4	781959,11	9979267,3
P5	782499,11	9980887,3
P6	782499,11	9980947,3
P7	782559,11	9980947,3
P8	782559,11	9980887,3

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

MAPA 8. UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DEL PARQUE METROPOLITANO GUANGÜILTAGUA

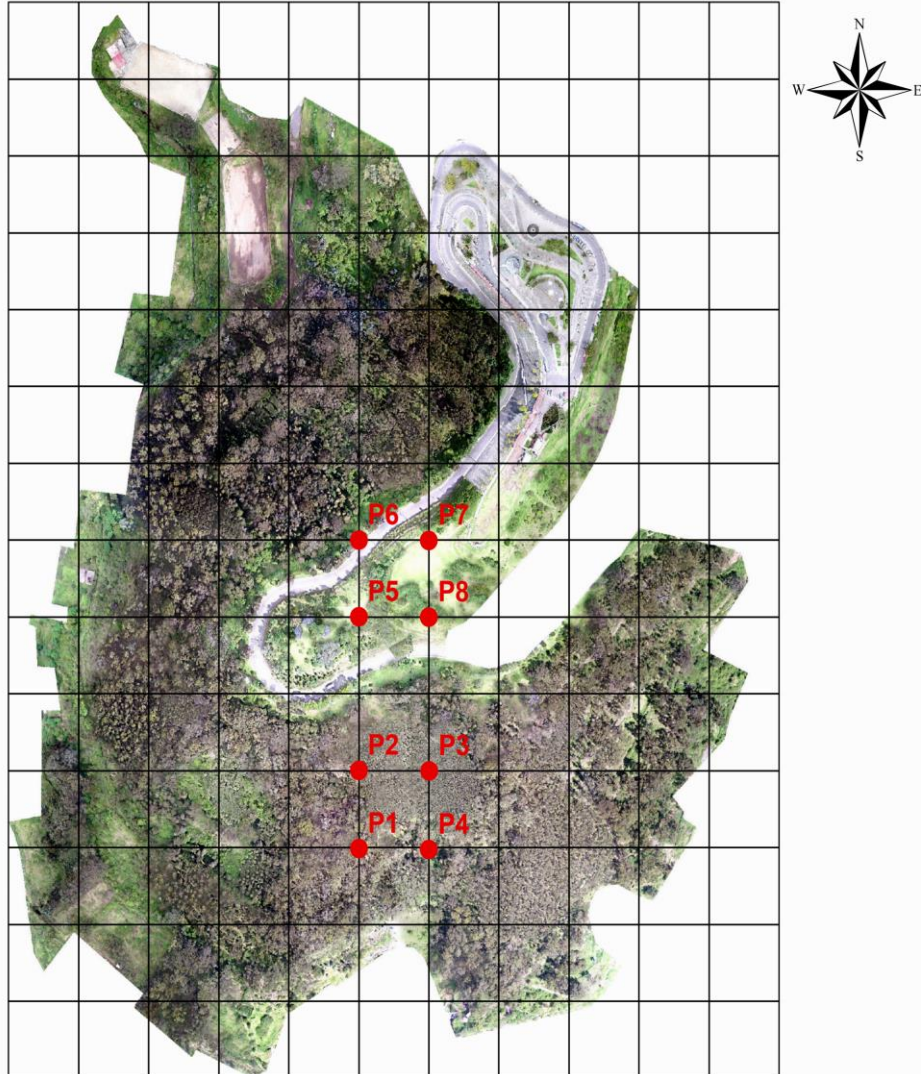
Datum WGS 84, Proyección Universal Transversal de Mercator, Zona 17 Sur

Elaborado por:
Cumbagin Torres Jorge Xavier
Mejía Buitrón Henry Paúl

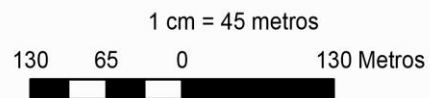
Fecha: Abril 2016

Nota: Adaptado de Cumbanguin y Mejía, 2016.

UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DEL PARQUE EL PANECILLO PARA EL INVENTARIO FORESTAL



Simbología	
●	Límite de la parcela
	Malla 60 x 60 m.

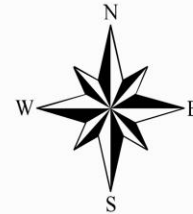


Código	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	776070,5	9974222,48
P2	776070,5	9974283,33
P3	776130,93	9974283,02
P4	776130,5	9974221,42
P5	776070,5	9974403,23
P6	776070,5	9974463,14
P7	776130,5	9974462,71
P8	776130,61	9974403,02

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
MAPA 6. UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DEL PARQUE EL PANECILLO PARA EL INVENTARIO FORESTAL
Datum WGS 84, Proyección Universal Transversal de Mercator, Zona 17 Sur
Elaborado por: Cumbagin Torres Jorge Xavier Mejía Buitrón Henry Paúl
Fecha: Abril 2016

Nota: Adaptado de Cumbanguin y Mejía, 2016.

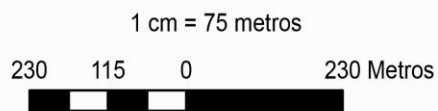
UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE LA CAROLINA PARA EL INVENTARIO FORESTAL



Simbología

- Límite de la parcela
- Malla 60 x 60 m.

Código	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	779784,39	9979564,73
P2	779784,3	9979624,04
P3	779844,72	9979624,73
P4	779844,3	9979564,25



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

MAPA 10. UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE LA CAROLINA PARA EL INVENTARIO FORESTAL

Datum WGS 84, Proyección Universal Transversal de Mercator, Zona 17 Sur

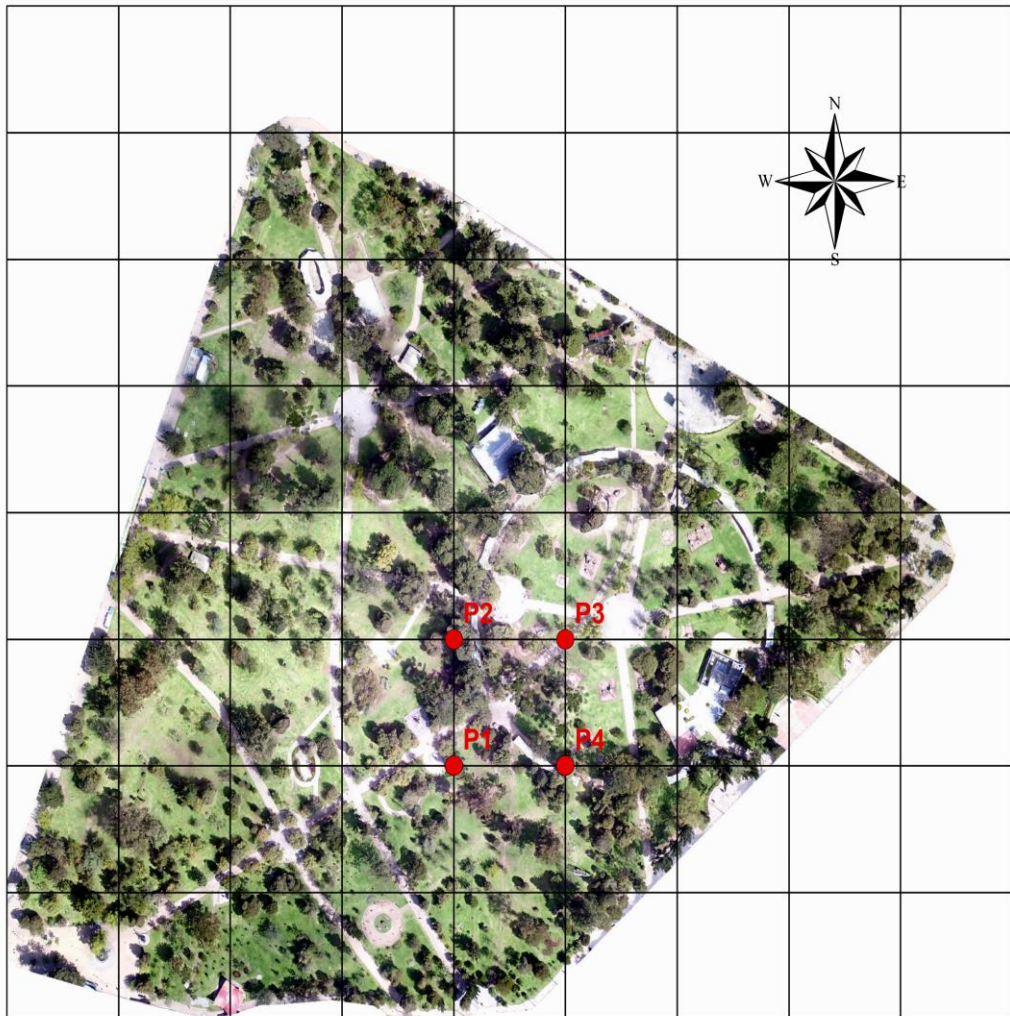
Elaborado por:
Cumbagin Torres Jorge Xavier
Mejía Buitrón Henry Paúl

Fecha: Abril 2016

Nota: Adaptado de Cumbanguin y Mejía, 2016.

Anexo 10. Parque El Ejido

UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE EL EJIDO PARA EL INVENTARIO FORESTAL



1 cm = 28 metros



Simbología	
●	Límite de la parcela
□	Malla 60 x 60 m.

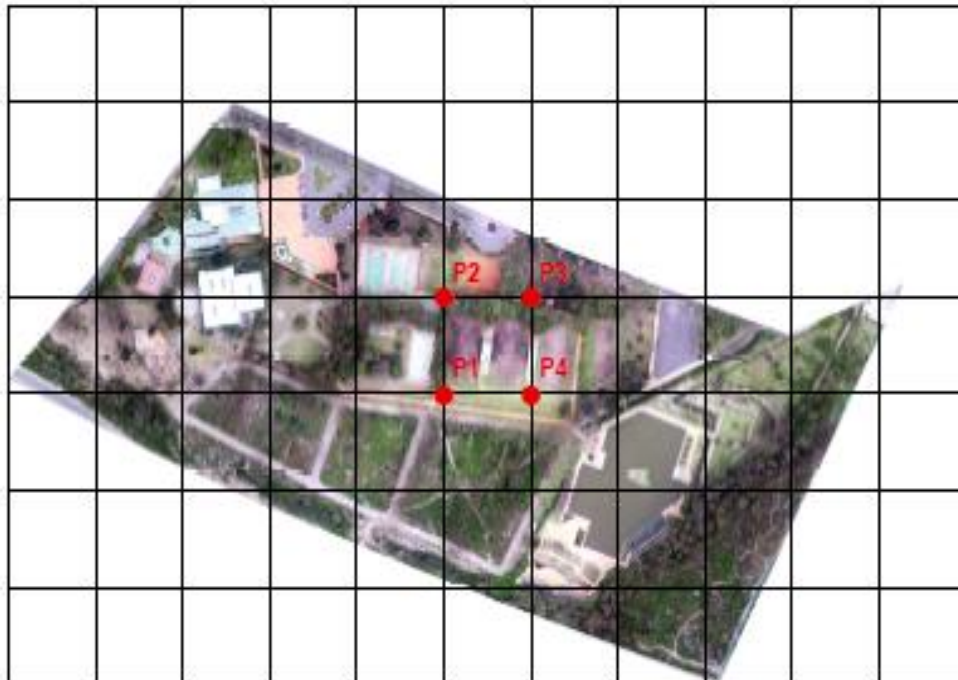
Código	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	778449,44	9976799,29
P2	778449,44	9976859,29
P3	778509,44	9976859,29
P4	778509,44	9976799,29

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
MAPA 4. UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE EL EJIDO PARA EL INVENTARIO FORESTAL
Datum WGS 84, Proyección Universal Transversal de Mercator, Zona 17 Sur
Elaborado por: Cumbagin Torres Jorge Xavier Mejía Buitrón Henry Paúl
Fecha: Abril 2016

Nota: Adaptado de Cumbanguin y Mejía, 2016.

Anexo 11. Parque Equinoccial

UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE EQUINOCCIAL PARA EL INVENTARIO FORESTAL



1 cm = 37 metros

100 50 0 100 Metros



Código	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	784185,11	9995487,46
P2	784185,11	9995487,46
P3	784245,11	9995427,46
P4	784245,11	9995427,46

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

MAPA 11. UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE EQUINOCCIAL PARA EL INVENTARIO FORESTAL

Datum WGS 84, Proyección Universal Transversal de Mercator, Zona 17 Sur

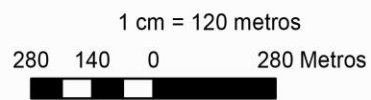
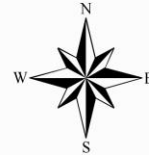
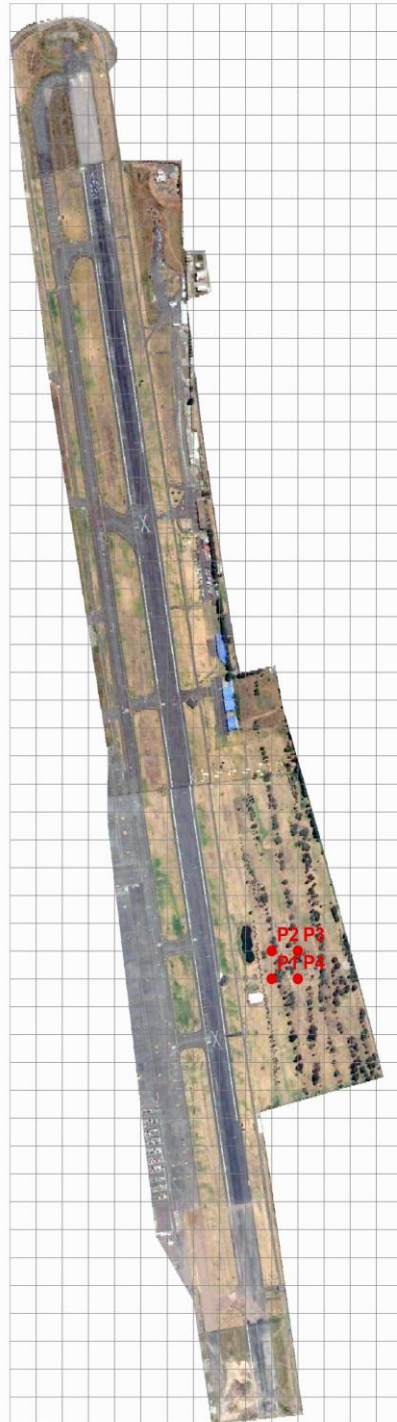
Elaborado por:
Cumbanguin Torres Jorge Xavier
Mejía Bultrón Henry Peál

Fecha: Abril 2018

Nota: Adaptado de Cumbanguin y Mejía, 2016.

Anexo 12. Parque Bicentenario

UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE BICENTENARIO PARA EL INVENTARIO FORESTAL



Simbología

- Límite de la parcela
- Malla 60 x 60 m.

Código	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	779797,32	9983970,21
P2	779797,37	9984030,32
P3	779857,38	9984030,32
P4	779857,27	9983970,32

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

MAPA 12. UBICACIÓN DE LA PARCELA DEL PARQUE BICENTENARIO PARA EL INVENTARIO FORESTAL

Datum WGS 84, Proyección Universal Transversal de Mercator, Zona 17 Sur

Elaborado por:
Cumbagin Torres Jorge Xavier
Mejía Buitrón Henry Paúl

Fecha: Abril 2016

Nota: Adaptado de Cumbanguin y Mejía, 2016.

Anexo 13. Delimitación de PPM



13.1. Apertura de trochas



13.2. Marcación de PPM

Anexo 14. Medición de DAP y altura



14.1. Medición de DAP con cinta diamétrica



14.2. Medición de altura de árbol con hipsómetro

Anexo 15. Recolección de hojarasca y detritos



15.1. Detritus no vivo en suelo



15.2. Delimitación de Subparcela 50cm x 50cm

Anexo 16. Toma de muestras de suelo



16.1. Marcación de punto para toma de muestra



16.2. Muestra de suelo obtenida a 30 cm

Anexo 17. Etiquetado de muestras



17.1. Etiquetado de muestra de suelo



17.21. Clasificación de muestras por sumidero

Anexo 18. Obtención de muestra compuesta



18.1. Descompactación de muestras de suelo



18.2. Tamizado de muestras de suelo

Anexo 19. Secado de muestras



19.1. Colocación de las muestras en la estufa



19.2. Estabilización de muestras en el desecador

Anexo 20. Reactivos de laboratorio



20.1. Compuestos para preparación de soluciones



20.2. Sulfato ferroso de amonio

Anexo 21. Preparación de reactivos

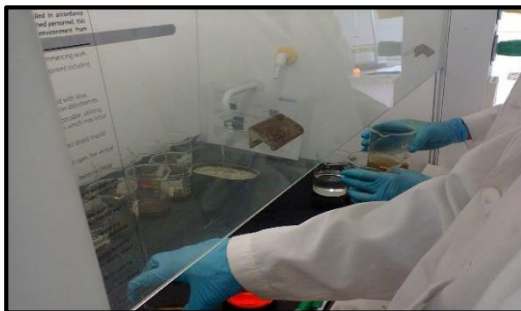


21.1. Preparación de dicromato de potasio

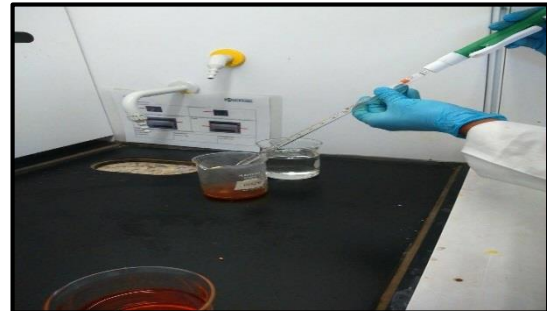


21.2. Preparación de indicador de ferroina

Anexo 22. Trabajo en la cámara de vapores

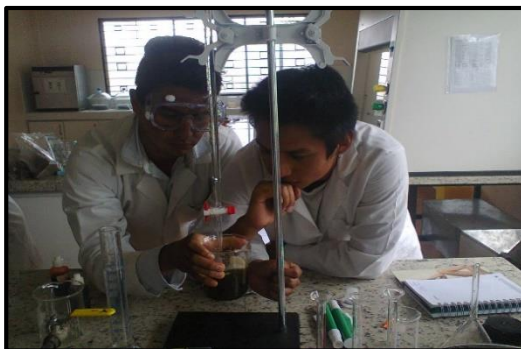


22.1. Agitación de la reacción



22.2. Colocación de dicromato de potasio a la Rx

Anexo 23. Titulación de muestras de suelo



23.1. Titulación con sulfato ferroso de amonio



23.2. Punto de viraje de la reacción de titulación de suelo

Anexo 24. Muestras tituladas



24.1. Blanco de titulación titulada



24.2. Comparación de muestra titulada y blanco

Anexo 25. Permiso para ingreso a los 11 sumideros del DMQ.



Quito, 04 DIC. 2015

HR: TE-UEP-02875-15

UEP-DAP-

2189

SG:

Ingeniero
Richard Vilches
Docente Investigador

Universidad Politécnica Salesiana

Toledo N23-126 y Madrid, edif. Múnich, 3er. Piso, oficina 10

Teléfono: 0999583323 / 222-0341

Quito, D.M.

Asunto: Respuesta a la solicitud para ocupar espacio público en el Parque Bicentenario.

De mi consideración:

En atención al trámite No. TE-UEP-02875-15, en el que solicita la autorización para realizar un estudio en el espacio público, donde se realizará la Medición de Huella de Carbono y Obtención de una Metodología de Cálculo para Absorción de Carbono, en los 11 Parques Metropolitanos de Quito, el día 7 de diciembre de 2015.

En tal virtud y ante lo expuesto me permito informar que la Dirección de Administración de Parques emite un informe Favorable, debido a que se trata de un proyecto sin fines de lucro que contribuye con la investigación y el estudio de las universidades para el aporte de la ciudadanía, se solicita que la información recaba fotográficamente y el resultado final sean entregados en la Administración de cada Parque detallado a continuación:

1. Parque Metropolitano Las Cuadras
2. Parque Metropolitano El Ejido
3. Parque Metropolitano Bicentenario
4. Parque Metropolitano Equinoccial
5. Parque Metropolitano Itchimbía
6. Parque Metropolitano Chibulo
7. Parque Metropolitano La Armenia
8. Parque Metropolitano EL Chaquiñan
9. Parque Metropolitano del Sur
10. Parque Metropolitano Guangúiltagua
11. Parque Metropolitano La Carolina

Con sentimientos de distinguida estima.