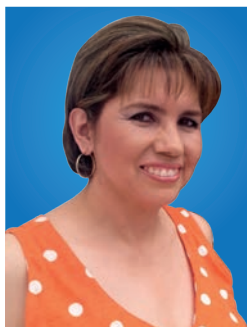




MUESTREOS AMBIENTALES GUÍA CONCRETA



SANDRA LILIANA PARADA GUEVARA



Bióloga de la Universidad Javeriana, Especialista y Magister en Acuicultura de la Universidad de los Llanos. Actualmente se desempeña como profesor de la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería en el Posgrados en Gestión Ambiental Sostenible de la Universidad de los Llanos. Coordinadora académica de los posgrados Gestión Ambiental Sostenible. Pertenece al grupo de investigación GRITOX y a los grupos de estudios GESPA y NUKAMARARA.

JORGE ALESSANDRI ROMERO NOVOA



Ingeniero Catastral y Geodesta de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Especialista en Gerencia de Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Especialista en Ecología y Medio Ambiente de la universidad del Meta y Magister en Geografía de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en convenio con IGAC. Actualmente se encuentra adscrito como profesor de la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, como profesor de los Posgrados en Gestión Ambiental Sostenible de la Universidad de los Llanos. Líder del área geográfica y territorial del grupo de investigación GEOMA y del grupo de estudio CITERIO.

DIANA PAOLA OSORIO RAMÍREZ



Bióloga de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Especialista en Gestión Ambiental Sostenible y candidata a la Maestría en Gestión Ambiental Sostenible de la Universidad de los Llanos. Actualmente se desempeña como profesional temática de los proyectos que realiza el programa de Gestión Ambiental Sostenible. . Pertenece al grupo de investigación GIGAS y a al grupo de estudios NUKAMARARA.

MUESTREOS AMBIENTALES

GUÍA CONCRETA



Universidad de Los Llanos

Km. 12 vía Puerto López
Vereda Barcelona
Tel. 661 68 00 Ext. 130
Villavicencio (Meta)
www.unillanos.edu.co

Oscar Domínguez González.

Rector

Elvis Miguel Pérez Rodríguez

Decano

Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería

Marco Aurelio Torres Mora

Director

Maestría Gestión Ambiental Sostenible
Enlace convenio Unillanos – Ecopetrol

Clara Inés Caro Caro

Docente

Maestría Gestión Ambiental Sostenible
Coordinadora académica del proyecto

Ecopetrol

Carrera 13 # 36 – 24
Tel. 234 40 00
Bogotá D.C., Colombia
www.ecopetrol.com.co

Mauricio Orlando Herrera Polanía

Administrador del Convenio

Alexandra Patricia Chiquillo Olivieri

Gestor Técnico del proyecto

Muestreos Ambientales

Guía concreta

La presente edición se publica en el marco del proyecto “Identificación de alternativas de manejo ambiental de los ríos Guayuriba y Ocoa y caños Quenane y Quenanito de la cuenca alta del río Meta, Orinoco basado en estrategias educativas, investigativas y de proyección social”. Convenio marco de colaboración N°. 5211592. suscrito entre la Universidad de los Llanos y Ecopetrol.

La información contenida se realizó para que sea usada y reproducida con propósitos educativos, comunitarios, no comerciales..

Agradecimiento por su participación activa a las comunidades de las veredas del municipio de Villavicencio: Barcelona, Cocuy, Cuncia, Pompeya Bajo, Reforma, La Llanerita, Alto Pompeya, Puerto López, Santa Rosa, La Vigía, Quenane, Apiay y del municipio de Acacías: Loma de Pañuelo

Cítese como:

Parada - Guevara, S. L., Romero - Novoa, J. A., y Osorio - Ramírez, D. P. 2013. Muestreos Ambientales – Guía concreta. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Posgrados en Gestión Ambiental Sostenible. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia. 38 p.

Villavicencio – Meta

Junio de 2013



**Sandra Parada – Paola Osorio –
Jorge Romero- Ana María Oliveros-
Hernando Ramírez-Reinaldo Ortiz**
Fotos

Yudy Silva Achury
Diseño Editorial

Impresos la Expansión
Impresión

250 ejemplares

ISBN: 978-958-8594-81-1



Contenido

PRESENTACIÓN	6
1. MARCO CONCEPTUAL	7
1.1. PRINCIPIOS GENERALES	7
1.2. PROCESOS ANTROPOGÉNICOS	9
1.3. CONTEXTO REGIONAL	12
2. TOMA DE DATOS Y ELABORACIÓN DE MAPAS	14
2.1. ELABORACIÓN DE BITÁCORAS	14
2.2. USO, APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN CARTOGRÁFICA	16
3. MUESTRA Y MUESTREO	20
3.1. MUESTRA	20
3.2. GENERALIDADES E IMPORTANCIA DEL MUESTREO	21
3.3. TIPOS DE MUESTREO	22
3.4. PLAN DE MUESTREO	23
4. TÉCNICAS DE MUESTREO	25
4.1. EQUIPOS DE MUESTREO Y FUNCIÓN	28
4.2. EJERCICIOS PRÁCTICOS	32
4.2.1. Ejercicios Prácticos 1	32
4.2.2. Ejercicios Prácticos 2	34
4.2.3. Ejercicios Prácticos 3	35

Presentación

La Universidad de los Llanos y Ecopetrol S.A a través del convenio N°. 5211592, han aunado esfuerzos para la ejecución del proyecto "Identificación de alternativas de manejo ambiental de los ríos Guayuriba, Ocoa y caños Quenane y Quenanito" como visión integral del manejo de las cuencas, crea un eje articulador de acciones conjuntas entre instituciones y comunidades locales; por ello, para afianzar conocimientos y habilidades en temas de monitoreos y servicios ambientales, en restauración de ecosistemas e implementación de nuevas alternativas socioeconómicas, en participación en los procesos de toma de información ambiental y para adquisición de aptitudes requeridas, se vinculó a 20 miembros de la comunidad mediante jornadas de capacitación. Con este soporte el grupo seleccionado participará directamente en la fase de monitoreos fisicoquímicos e hidrobiológicos y en la formulación de alternativas del convenio.

El grupo académico de Gestión Ambiental Sostenible, vincula los procesos misionales de la Universidad de los Llanos con las comunidades de las cuencas mediante la búsqueda de escenarios formativos y productivos locales, a partir de la construcción de herramientas y/o instrumentos, tales como esta guía de muestreos ambientales



I Marco Conceptual

1.1 PRINCIPIOS GENERALES

La palabra ambiente del latín ambiens “**que rodea**”, habitualmente la identifican con lo atmosférico, no obstante algunos autores la relacionan con las condiciones físicas, económicas, culturales de un determinado lugar, grupo o época. El ambiente es el **entorno** que afecta a los seres vivos y que condiciona sus realidades vitales.

El ambiente puede definirse también, como un sistema global constituido por **elementos naturales y artificiales** de naturaleza física, química, biológica, sociocultural y de sus **interrelaciones**, en permanente **modificación por la acción humana o natural** que rige o condiciona la existencia o desarrollo de la vida¹.

*La **responsabilidad** del hombre está en cuidar el ambiente, su entorno y no deteriorarlo como lo viene haciendo en los últimos años, a gran velocidad.*

El ambiente lo constituyen factores abióticos y factores bióticos (Tabla 1), los cuales interactúan permanentemente a través de ciclos biogeoquímicos; los elementos de los seres vivos (Carbono, Nitrógeno, Calcio, Sodio, Potasio, Fósforo, Oxígeno, Hidrógeno y Azufre) se mueven y reciclan para asegurar su disponibilidad en el sistema (aire, agua, suelo) pasando de lo abiótico a lo biótico, y así de forma cíclica dan lugar a transformaciones en compuestos simples y complejos.

Tabla 1. Factores abióticos y bióticos que constituyen el ambiente.

Factores abióticos (sin vida)	Factores bióticos (vida)
Atmósfera, Agua, Clima, Temperatura, Radiación solar, Suelo, Viento, Presión Atmosférica.	Biodiversidad: Compuesta por lo vegetal, lo animal, lo protisto, lo fungí, lo mónera.

FACTORES ABIOTICOS²: Son los componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos.

Atmósfera. Capa gaseosa que está en contacto con la superficie terrestre y cuyo deterioro puede afectar la vida de los hombres, animales y plantas.

Ciclo del Agua. El agua circula y se transforma a través de los estados líquido, sólido

1 Disponible en URL: <http://www.ecopibes.com/ambiente/definicion.htm>.

2 Definiciones tomadas y adaptadas de: URL: <http://www.ecoestrategia.com/articulos/glosario/glosario.pdf>; http://www.ecoportal.net/Servicios/Glosario_Ambiental/A; <http://www.crq.gov.co/Documentos/GLOSARIO%20AMBIENTAL /GLOSARIO%20AMBIENTAL.pdf>.

y gaseoso en función a la temperatura. El agua superficial y subterránea permanece en estado líquido, de allí se evapora (gaseoso) para ser parte de las nubes, estas se condensan y finalmente se precipitan, de ellas una parte se acumulan como hielo en las altas montañas, para su posterior disponibilidad al subir las temperaturas.

Clima: Es el tiempo atmosférico presente en una región durante un período determinado, mediado por la altitud, la temperatura, la humedad, la presión atmosférica, el viento y las precipitaciones. Los anteriores factores explican los pisos térmicos presentes en la región: páramo (menor a 6° C), frío (6 a 17° C), medio (17-24 ° C) y cálido (mayor a 24 °C).

Temperatura: Es la magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico.

Radiación solar: Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol, que llegan a la atmósfera, allí se absorbe y se refleja parte de dicha radiación. La energía radiactiva se convierte en energía calórica la cual queda atrapada por los gases invernadero produciendo el calentamiento global.

Suelo: Es la parte superficial de la corteza terrestre. La mezcla de sus elementos permite la acción abiótica en las distintas unidades de acuerdo a los horizontes, una determinada cobertura vegetal, tener unas propiedades biofísicas, mantener una dimensión funcional y dedicación socioeconómica; en conjunto todas ellas determinan su ocupación y uso.

Viento: Es el movimiento de la masa de aire en la atmósfera que se mantiene compensada por las diferencias de presión atmosférica entre dos puntos. Se presentan diferentes tipos tales como: como brisa, temporal, tormenta, huracán o tifón.

Aire: Es una mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, allí permanecen alrededor de la tierra por la acción de la fuerza de gravedad. Está compuesto por nitrógeno (78%), oxígeno (21%), vapor de agua (entre 0-7%), ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y algunos gases nobles (kriptón o argón) y otras sustancias clorofluorocarbonadas- CFC (1%).

Presión Atmosférica: Es la presión que ejerce el aire sobre la atmósfera. La densidad del aire disminuye conforme aumenta la altura del nivel del mar: a 0 m.s.n.m. la presión es de 760 mm de mercurio, a 8.848 m (Everest) es de 300 mm y a 12.000 m la presión es de 150 mm de mercurio.

La dinámica atmosférica en una unidad territorial (Figura 1), muestra las interacciones de la tierra, la atmósfera y el espacio, con la combinación de los ciclos de agua, la radiación y los ciclos biogeoquímicos, dando características ecosistémicas particulares a cada territorio.

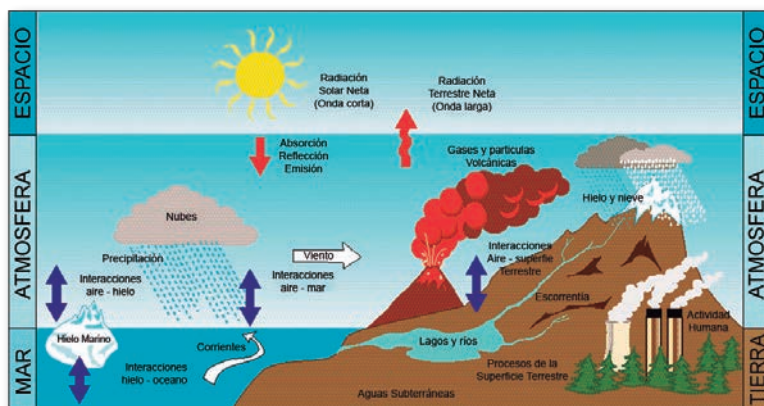


Figura 1. Representación de la dinámica atmosférica³.

Eventos meteorológicos. Son períodos de variabilidad climática en la franja tropical del océano Pacífico con escala interanual. El ciclo conocido como “el Niño” y su fase opuesta “la Niña” son la causa de la mayor señal de deterioro del ambiente⁴.

MEDIO BIOTICO: Es el conjunto de organismos vivos que componen un ecosistema y que se interrelacionan entre sí, a través de interdependencias dinámicas entre la materia y el ambiente. Los seres vivos han evolucionado a través de millones de años en número de familias, morfologías y comunidades. Sistemáticamente se han dividido en cinco reinos: plantas (vegetal), animales (animal), hongos (fungi), bacterias y microorganismos (mónera), y estos a su vez se dividen en filos, clases, órdenes, familias, géneros y especies.

*Por **biodiversidad**, se conoce la variedad de ecosistemas naturales, agroecosistemas, especies y comunidades biológicas, bancos genéticos y diversidad cultural presentes en una localidad⁵. Esta variabilidad permite la combinación de múltiples formas de vida y sus interacciones con el resto del entorno, como sustento de la vida.*

1.2 PROCESOS ANTROPOGÉNICOS

Son todas aquellas actividades humanas que se desarrollan diariamente. Los tipos de procesos son industriales, mineros, agropecuarios, artesanales y domésticos; de acuerdo a su naturaleza generan gran variedad de residuos y contaminantes.

Según Rennings y Wiggering (1997), las normas de gestión del uso de los recursos natu-

3 Disponible en URL: <http://angieglez.files.wordpress.com/2008/11/elementos.jpg?w=250&h=187>.

4 Disponible en URL: <https://www.siac.gov.co/>

5 Convenio de Diversidad Biológica (CDB) - 1992. Naciones Unidas. Disponible el URL: <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>

rales recomiendan los siguientes principios:

- La tasa de cosecha de recursos renovables no debe superar las tasas de regeneración del mismo.
- Las emisiones de residuos no debe exceder las correspondientes capacidades de asimilación de los ecosistemas.
- Los recursos no renovables deben ser explotados de forma cuasi-sostenible, limitando su tasa del agotamiento de la tasa de creación de renovables sustitutos.

De acuerdo al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, en los sectores productivos, la contaminación se produce por el desarrollo de actividades en sus procesos de producción y operación, que generan efectos ambientales negativos, como el uso insostenible de materias primas y de los recursos naturales como receptor de sus descargas contaminantes (residuos, emisiones y vertimientos) en la fase de postconsumo de los bienes y servicios, principalmente. Estos efectos imponen costos a otros agentes del sistema económico que no son compensados, generando pérdidas de bienestar (MMA, 1997).

Ciclo de vida de un producto: Es el tiempo de existencia y las etapas de evolución que caracterizan el desarrollo de un producto en el mercado (Figura 2). El término es una analogía de la evolución de las ventas con la de los seres vivos (Jiménez y Codina, 2006).



Figura 2. Ciclo de vida de un producto.

Contaminación: Se refiere a toda alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio. El deterioro del ambiente es una consecuencia de la presencia de sustancias perjudiciales o del aumento exagerado de las sustancias que hacen parte del medio (Figura 3). Las sustancias que causan el desequilibrio del ambiente se denominan **contaminantes** y pueden encontrarse en el aire, en el agua y en el suelo⁶.

⁶ DECRETO 2811 de 1974 Código Recursos Naturales



Figura 3. Fuentes de contaminación.

La presencia en el ambiente de cualquier **agente (físico, químico o biológico)** o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones pueden ser **nocivos** para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, pueden ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.

Tipos de Contaminación:

La **contaminación atmosférica** (aire), se evidencia en el deterioro del aire y del entorno, por acumulación de compuestos primarios, secundarios, como partículas en suspensión, de dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, azufre, cloro, hidrocarburos, metano y ozono por las emisiones de la industria, los vehículos y todos los procesos de producción de la localidad con efectos importantes en la salud humana (Figura 4).



Figura 4. Fuentes de contaminación del aire.

La **contaminación del suelo**, acumulación de sustancias tóxicas o de efectos físicos que alteran la conformación y productividad del suelo. Los contaminantes son: plaguicidas, basura de elementos residuales de productos de la industria, domésticas, comerciales (Figura 5). Los efectos físicos son la erosión, la sequía, la pérdida de cobertura del suelo.



Figura 5. Fuentes de contaminación del suelo.

La contaminación del agua, se evidencia con la alteración de la calidad del recurso y en el deterioro para su uso doméstico, industrial o agropecuario. Los contaminantes más frecuentes son: desechos industriales, combustibles y lubricantes, basura no seleccionada, desechos y vertimientos urbanos (Figura 6).



Figura 6. Fuentes de contaminación del agua.

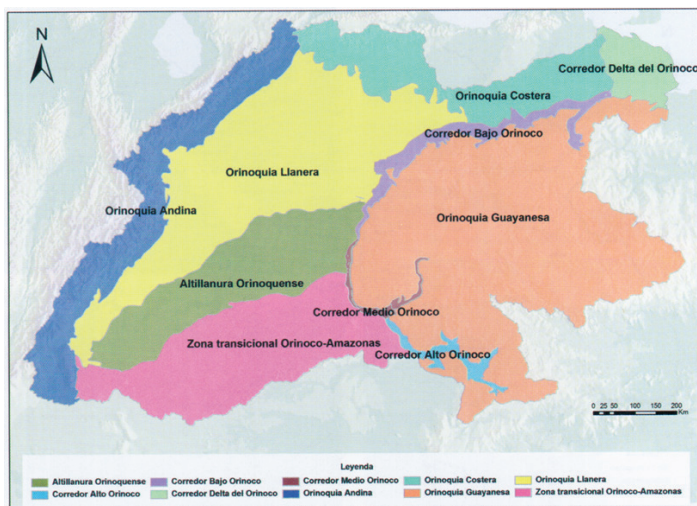
1.3 CONTEXTO REGIONAL

Geográfico: La cuenca de la Orinoquia es un amplio territorio localizado al sur oriente de la cordillera oriental de Colombia que se extiende hasta Venezuela. Presenta subregiones, como conjuntos de ecosistemas ligados a un sinnúmero de fenómenos y condiciones paleoambientales y ecológicas, los cuales han venido evolucionando por las condiciones biofísicas de la zona y a los amplios procesos de poblamiento y organización territorial (Molano, 1998). Rosales *et al*, (2010) la subdivide en siete subregiones y tres corredores ribereños (Figura 7).

Productivo: A través de su historia los diversos grupos humanos de la región, han hecho uso del suelo y los recursos naturales de manera diferente (Viloria, 2009, García, 2003 y Corpes Orinoquia, 1996):

- Los indígenas han hecho uso de la selva, la sabana y el río, de allí sacan el alimento sólo para su subsistencia ya que no manejan excedentes, como elemento básico de su cultura.
- Los colonos provenientes de diversas zonas del país, han realizado a través de la historia actividades altamente extractivas de fauna y flora, generando bonanzas económicas de esos recursos (caucho, fauna exótica, ganadería, coca, narcotráfico, guerrillas, paramilitares, petróleo, agroindustrias, silvicultura, piscicultura y minerales,

entre otras) las cuales no han mostrado desarrollo integral a la región y sí han afectado en diversos grados la biodiversidad de la región y los diferentes asentamientos humanos que coexisten actualmente.



Tomado de Rosales et al. 2010.

Figura 7. Subregiones y corredores reberreños de la cuenca del río Orinoco

Problemática Ambiental: La problemática ambiental surge a raíz de los conflictos producidos por la humanidad en busca de la subsistencia e ingresos económicos a lo largo de la historia; estas actividades se vuelven un "problema" por la falta de planeación y control que finalmente afectan al planeta y a sus habitantes. Diversos son los trabajos, como agendas ambientales municipales y diagnósticos (Correa *et al.*, 2006, Galindo *et al.*, 2007, Andrade *et al.*, 2009) que han identificado las siguientes alteraciones a los sistemas naturales en la orinoquia:

- Disminución de la cantidad y la calidad del recurso hídrico
- Deterioro y desaparición de bosques y ecosistemas estratégicos
- Disminución de especies de fauna.
- Incremento de las áreas vulnerables y de alto riesgo
- Deterioro, pérdida y empobrecimiento del suelo.
- Conflicto social y político.
- Debilidad en la articulación interinstitucional para la gestión ambiental.
- Baja cultura ambiental y ciudadana

Reflexión

- *¿De quién es la responsabilidad de cuidar el ambiente?*
- *¿Qué estamos haciendo cada uno de nosotros para cuidar nuestro ambiente?*
- *La falta de capacitación y educación ambiental son los culpables del deterioro del ambiente?*

2 Toma de Datos y Elaboración de Mapas

2.1 ELABORACIÓN DE BITÁCORAS

La bitácora, considerada como instrumento para trabajo de campo, consiste en un registro escrito de datos, reunidos en una secuencia (ordenada) de aspectos previamente definidos, mediante los cuales se puede realizar algún tipo de representación de las características del terreno; además de las características temáticas del trabajo. En sí misma, constituye una herramienta que agrupa información del lugar, del entorno y de los diferentes puntos de muestreo definidos en cada salida de campo.

En la toma de datos, reseñar cada punto objeto del muestreo, es de suma importancia; eso significa marcar, inspeccionar, ordenar y registrar información que permita comprender el contexto físico-biótico, económico y social de cada lugar que contiene diferentes puntos. Lo que a su vez conlleva a realizar un trabajo de revisión en oficina conducente a la identificación rápida y precisa de la información ambiental determinada.

Dicha caracterización puede ser elaborada como un borrador que permita diligenciar a mano alzada un croquis del lugar, un identificador del punto, la fecha de toma de datos y alguna descripción del mismo (Figura 8), lo cual responde con rapidez y concreción en el manejo de la información producto del trabajo en campo.



Figura 8. Bitácora para trabajo de campo realizada a mano alzada.

De igual manera, se puede realizar una bitácora completa previamente a la visita de

campo y llevarla impresa en varias copias. El diseño de este instrumento responde a los requerimientos de información que se esperan obtener directamente de los lugares visitados, es decir, la estructura de datos es relativa al objeto del trabajo; sin embargo, existen algunos elementos que permanecen comunes a cualquier tipo de temática y que son rasgos básicos que deben aparecer en la bitácora (Figura 9). Estos pueden ser:

1. Código del punto de muestreo, definido preliminarmente a partir de las particularidades y dimensiones de la información que se espera obtener en campo.
2. Coordenadas del punto de muestreo (Latitud, Longitud, Altitud).
3. Descripción del punto de muestreo (comentarios relevantes y específicos que permitan identificar el punto).
4. Mapa a mano alzada (espacio en el cual se registra con alguna escala numérica y orientando hacia el Norte geográfico, el dibujo que representa el lugar de trabajo sobre el cual se sitúan los puntos de muestreo).

ESTANDARIZACION DE CODIGO PARA ATRIBUTOS DEL MAPA

Codigo	Latitud	Longitud	Altitud	Precisión	Fecha	Vereda	Municipio	Departamento
GM001	04°12'17,64"	73°40'33"	910	7	17-12-2012	PENDIENTE	Guayabeta	Cundinamarca
OM007	04°06'46,4"	73°30'49,7"	352	3	28-12-2012	Caños negros	Villavicencio	Meta
GMr001	04°12'18,9"	73°48'40,5"	3033	10	11-02-2013		Guayabeta	Cundinamarca
GVi001	04°12'29,3"	073°40'50,5"	915	7	17-12-2012	Guayabeta	Guayabeta	Cundinamarca
QCm001	04°04'32,3"	073°28'42,1"	335	6	22-12-2012	Santa Helena	Villavicencio	Meta
GHHa001	4°00'54,6"	73°38'3,72"	447	5	21-12-2012	San Cayetano	Acacías	Meta
GHHi002	4°11'25,26"	73°48'53,7"	1237	5	18-12-2012	Portachuelo	Guayabeta	Cundinamarca
GSye010	4°07'37,32"	73°41'41,28"	1138	5	19-12-2012	Samaría	Villavicencio	Meta
GSF002	4°04'40,26"	73°47'3,6"	814	7	05-02-2013	Orma de San Juan	Acacías	Meta

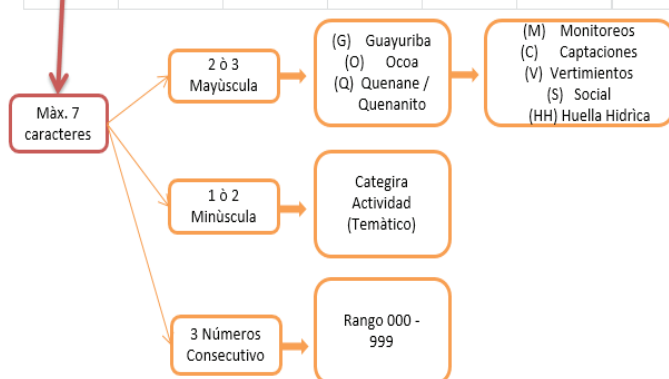


Figura 9. Campos de datos e información a obtener por punto en campo. Estandarización del código.

2.2 USO, APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN CARTOGRÁFICA

La cartografía se define como una ciencia, arte y tecnología de elaborar mapas; estos son representaciones bien elaboradas de la superficie terrestre, a ellos subyace el levantamiento de información geográfica; lo que convierte este proceso en la tarea esencial para la construcción veraz del mapa.

Los mapas son considerados como una representación gráfica (orientada) que se hace de la superficie terrestre en un plano, a una escala apropiada y mediante el uso de símbolos, signos, gráficos y colores. Ellos son el medio fundamental para mostrar la localización precisa de puntos, líneas y polígonos (por ejemplo espacializar los puntos de muestreo y los cursos de los ríos; es decir, comprender el contexto geográfico, permitir obtener información y cualificar de forma directa cada uno de ellos).

Los mapas tienen un uso amplio en diferentes temas: económicos, demográficos, políticos, recursos naturales, entre otros, y el trabajo de muestreos ambientales no sería la excepción. Aquí son aplicados para localizar, asociar y representar diferentes elementos que componen alguna unidad terrestre, sus particularidades naturales y su entorno físico: vías, ríos, lagos, humedales, zonas de cultivos, zonas pobladas, redes de servicios públicos, zonas de riesgo, etc.

Según el IGAC (1998), para construir un mapa es necesario tener en cuenta cuatro elementos básicos: orientación, escala, sistema de referencia y convenciones; ya sean elaborados a mano alzada o por medio de software temático, deben contenerlos en su representación; la relación entre éstos permite dimensionar el ámbito geográfico de la información. A continuación se describen de manera concreta para su comprensión.

Orientación: La Norte cartográfica (eje Norte-Sur) siempre está ubicada en dirección vertical y señalando hacia arriba (sentido superior). Esto permite lograr correspondencia, armonía, identificación y comprensión lógica de los elementos; también reconocer las direcciones en que aumenta o disminuye una distancia o un ángulo y dimensionar la disposición de los puntos en relación con el entorno.

Escala: Es la relación entre la longitud medida en un mapa y su correspondiente medida en el terreno (la superficie).

- Escalas grandes (mayor detalle, menor área). p.ej. 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:25000; 1:50000
- Escalas pequeñas (menor detalle, mayor área). p.ej. 1:500.000; 1:1'000.000

A partir del uso adecuado de la escala se establecen las diferentes formas geométricas y/o los niveles de medida que componen el mapa. Están definidos bien sea por catego-

rías comunes o por relaciones que existen entre las diferentes variables que constituyen el trabajo. Las propiedades dimensionales permiten representar, localizar y obtener medidas de la información espacial contenida en el mapa: el punto, la línea (o arco) y el área (polígono).

Sistema de Referencia: Definido como el conjunto de parámetros sobre los cuales se implanta la información geográfica que contiene el mapa, este permite amarrar a un punto fijo, oficial y definido por la entidad que elabora la cartografía oficial del país (en Colombia es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC) las diferentes medidas que se realicen: longitud, perímetro o área, además de situar correctamente la nube de puntos que genera la información en campo.

Al ser la Tierra un sólido de forma elipsoidal, achatado en los Polos geográficos y abultado en el Ecuador, que gira sobre sí mismo en sentido Oriente-Occidente, y que tiene una inclinación en el eje de rotación de $23^{\circ} 27'$, se deben definir elementos matemáticos y geométricos que tengan coincidencia con la geografía del planeta y sus características físicas. Así aparecen diferentes representaciones geométricas que proveen algunos parámetros que son necesarios conocer para geo-referenciar un mapa; estos son:

- *Origen:* es entendido como un punto en la superficie terrestre tomado como referencia oficial para establecer el punto de partida de la grilla de coordenadas (líneas de paralelos y meridianos perpendiculares entre sí) con las cuales se define el área de mapeo. Con los receptores de GPS se utilizan (principalmente) dos: Bogotá Observatorio y/o WGS84.
- *Coordenadas geográficas:* sistema de referencia que permite localizar cualquier punto del sistema definido en campo y asociar las características físicas señaladas anteriormente (Figura 10). Este tipo de coordenadas suelen utilizar de los receptores de GPS como medida los grados, minutos y segundos.
- *Altitud o altura:* se mide en metros; tiene como referencia el nivel medio del mar (n.m.m.); es el dato más representativo del relieve del lugar.

Convenciones: Corresponden al conjunto de signos, símbolos, colores y gráficos que comunican de manera precisa los elementos temáticos contenidos en un mapa. Las convenciones posibilitan interpretar de manera precisa la información contenida en el mapa, evitando percepciones y representaciones equivocadas.

- *Escala:* de dos tipos, gráfica y numérica. La primera señala mediante una barra horizontal la medida precisa de la unidad en el mapa y su cantidad en terreno. La segunda señala el número o cantidad numérica representada.

- *Símbolos y colores:* son las convenciones de los elementos que componen la información mapeada, clasificados o agrupados en coberturas con colores indicativos, así:
 - Negro, usado para toponimia y elementos planimétricos;
 - Azul, universalmente aceptado para rasgos hidrográficos;
 - Blancos, para indicar las masas de hielo y los picos nevados;
 - Verde, usado para representar la vegetación;
 - Sepia, para dar color a las curvas de nivel o variaciones altitudinales;
 - Rojo, se utiliza para representar vías de diferente tipo e importancia; los lugares habitados se representan con signos puntuales.
- *Relieve:* representado en esencia, por las curvas de nivel.
- *Toponimia:* nombre de los lugares.

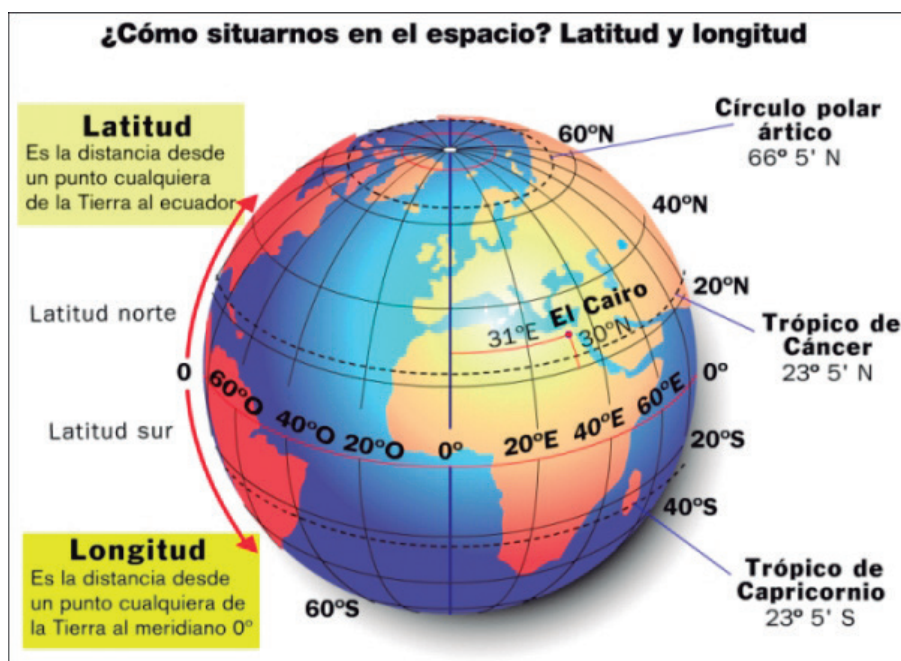


Figura 10. Sistema de Referencia: Latitud y Longitud⁷.

2.2.1 Sistema de posicionamiento global (GPS)⁸

GPS es la abreviatura de NAVSTAR-GPS. Es el acrónimo en Inglés de Navigation System with Time And Ranging Global Positioning Systemt, que en Español significa Sistema de

⁷ Disponible en URL: http://1.bp.blogspot.com/_KGhu7uNajfQ/TP6TJDetGII/AAAAAAAAArs/IrfSl_C6LOC/s1600/pp.jpg.

⁸ Leica. Introducción al Sistema GPS. GPS Basics. Versión 1.0. Español. Disponible en: URL: http://www.cartesia.org/data/articulos/gps_gnss/GPSBasics_es/GPSBasics_es.pdf

Posicionamiento Global con Sistema de Navegación por Tiempo y Distancia. En otras palabras, consiste en una red de satélites que están orbitando sobre el Planeta para obtener con gran precisión la posición de un observador sobre la Tierra (Figura 11).

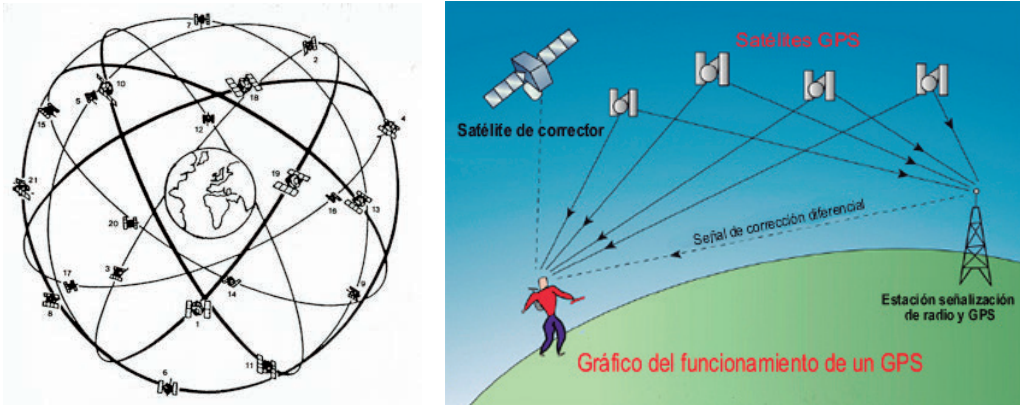


Figura 11. a) Sistema de posicionamiento global (GPS)⁹ y b) Sistema en Tierra¹⁰.

Este sistema se convierte en la solución más utilizada para responder una de las incógnitas más antiguas que se ha planteado el hombre ¿En qué lugar de la Tierra se encuentra? de tal manera que el resultado es un par de datos geográficos (coordenadas) que lo ubican en un punto correcto dentro de un área de estudio.

Al ser un sistema global determina con precisión y en cualquier parte del mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente es operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El receptor de GPS marca la posición de cada punto previamente definido en la Bitácora, y o genera las coordenadas X, Y (Latitud y Longitud) además de la altura (aunque se recomienda utilizar dicho dato sólo como referencia aproximada) de este; se puede caracterizar el punto con algún símbolo y código de identificación.

La red de puntos, asociada al trabajo previsto en la bitácora, facilita la construcción de un mapa que represente la localización e información espacial del muestreo ambiental realizado.

9 <https://www.eso.org/public/outreach/eduoff/seospace/docs/navigation/navgps/images/navg01a.gif>

10 http://2.bp.blogspot.com/_S2Y_-Oulqgg/TTikL1MOHMI/AAAAAAAAAAc/nBuMvzTbTyA/s1600/GPS.jpg

3 Muestra y Muestreo

Una **muestra** es la parte de una población seleccionada y examinada, como unidad (es) representativa de una población entera. El conjunto de unidades muestrales, sobre las que se efectúan las mediciones conforman la muestra (Cuadros *et al.*, 2012); para ello se realiza el **muestreo**, que es una operación que tiene por fin, escoger a partir de una población, a los individuos que constituirán la muestra¹¹.

Un **muestreo ambiental** pretende capturar el mayor volumen de muestra que presente un contaminante, y posteriormente medir el contaminante en un volumen conocido de muestra. Se puede clasificar en:

- **Muestreo ambiental activo:** Emplea un dispositivo que obliga a pasar un determinado volumen de materia contaminada a través del equipo.
- **Muestreo ambiental pasivo:** La captación de los contaminantes, se realiza por difusión a través del aparato de muestreo. Los equipos son pequeños y complejos, ya que según el contaminante que deseemos determinar, el equipo deberá tener una sustancia selectiva para su captación.

3.1 MUESTRA

Las muestras ambientales son complejas en su composición, debido a los diversos contaminantes o elementos químicos y/o físicos que se encuentran a nivel de trazas, por lo que deben emplearse técnicas analíticas muy sensibles para poder detectar esos niveles de concentración, que en algunos casos requiere de laboriosas técnicas de preparación y toma de la muestra¹².

Según Martínez (2012) el estudio de muestras es preferible a los censos (o estudio de toda la población), por las siguientes razones:

- Cuando la población es muy grande y por tanto, imposible de analizar en su totalidad.
- Las características de la población varían si el estudio se prolonga demasiado tiempo.
- Reducción de costos: los gastos de recogida y tratamiento de los datos serán menores que si los obtenemos del total de la población.
- Rapidez: al reducir el tiempo de recogida y tratamiento de los datos, se consigue mayor rapidez.
- Viabilidad: la elección de una muestra permite la realización de estudios que serían imposible hacerlo sobre el total de la población.
- La población es suficientemente homogénea respecto a la característica medida, con

11 Tomado y adaptado de Barioglio, C. 2006. Diccionario de las ciencias agropecuarias. 1ª Ed. Encuentro Grupo Editor. Córdoba. 496 p.

12 Disponible en URL: <http://tutoria.uisek.edu.ec/course/info.php?id=192>

lo cual resultaría inútil malgastar recursos en un análisis exhaustivo (por ejemplo, muestras sanguíneas).

- El proceso de estudio es destructivo o es necesario consumir un artículo para extraer la muestra.

De acuerdo con Osorio *et al.*, (2011), para mantener la integridad de las muestras al co-lectarlas, se deben tener en cuenta:

- El medio a estudiar: agua, aire, suelo, comunidad.
- Planeación para evitar traslado de materiales y equipos incompletos a campo.
- Recipientes resistentes secos, estériles, herméticos e inaccesibles a cualquier contaminación; el tamaño debe ser proporcional a la muestra que se vaya a tomar y procure llevar envases extras de muestreo previendo que existan roturas de los mismos.
- Verifique que todos los materiales y herramientas a utilizar estén completamente limpios.
- Los sensores de campo, como por ejemplo oxímetros, potenciómetros y conductivímetros, deben estar adecuadamente calibrados.
- Etiquetar los recipientes de las muestras con información como nombre de localidad, fecha, hora, tipo de muestra y características del fijador.
- Diligencie adecuadamente la custodia de muestras y los formatos de manera que posteriormente se facilite la identificación de los puntos y la zona de muestreo.
- Mantenga las neveras de almacenamiento de muestras debidamente protegidas del sol y la lluvia; así mismo, los equipos y materiales de muestreo se deben conservar adecuadamente para evitar su deterioro.
- Las neveras y embalajes se deben marcar con los datos del destinatario, indicando claramente la dirección, teléfonos, ciudad, municipio y empresa.
- Las muestras que deben ser evaluadas y certificadas para su validez por laboratorios certificados por los entes competentes.

Las muestras deben ser representativas de acuerdo a los criterios evaluativos, apropiados para la determinación que va a llevarse a cabo y deben protegerse de contaminación extraña, mala manipulación y manejo de la temperatura, para no alterar significativamente la muestra.

3.2 GENERALIDADES E IMPORTANCIA DEL MUESTREO

El muestreo es un proceso de valoración y evaluación sobre variables físicas, químicas o biológicas de un ecosistemas, comunidad o población diferentes escalas de espacio y tiempo, mide los cambios en la calidad del agua, suelo y aire causados por factores naturales o antrópicos, para emitir un concepto posterior de un diagnóstico para proponer actividades de manejo que prevenga, controle o elimine la amenaza (Barbour *et al.*, 1999 y Cuadros *et al.*, 2012). Hace parte de los procesos de monitoreo, investigación y vigilan-

cia, entre ellos se diferencian en la recolección de datos de campo y de laboratorio, y en su análisis y evaluación de las variables seleccionadas.

El monitoreo es un proceso sistemático y continuo, que recolecta muestras en diferentes estaciones o sitios, y a intervalos regulares de tiempo, con el objeto de proporcionar los datos, que analizados permitirán establecer los patrones y tendencias de la contaminación ambiental (Sánchez *et al.*, 2007).

La Investigación es un proceso sistemático orientado a la obtención de nuevo conocimiento mediante la búsqueda de soluciones a las problemáticas planteadas con unos objetivos generales y específicos del investigador y los financiadores.

La vigilancia es una actividad de control con fines de cumplimiento normativo para efectos sancionatorios.

La **caracterización** de un lugar afectado, implica actividades de muestreo y análisis que tienen como finalidad determinar la extensión y naturaleza del suceso (contaminación); asimismo, provee las bases para adquirir la información técnica necesaria para desarrollar, proyectar, analizar y seleccionar las metodologías de limpieza, desinfección, prevención, manejo y mitigación más apropiadas a resolver la contingencia del evento.

La caracterización se realiza en etapas, su principal objetivo es la toma de decisiones basadas en información existente, por lo que se deben seguir las siguientes etapas:

1. Determinación de las condiciones del sitio antes de la contingencia.
2. Definición de la magnitud y tipo de contaminación.
3. Muestreo.
4. Análisis físicos, químicos y biológicos.
5. Elaboración de cartas y/o mapas con ayuda de sistemas de información geográfica.

3.3 TIPOS DE MUESTREO

Es importante definir el método de muestreo para calcular la cantidad de muestras a obtener. Existen varias clases de muestreo (Ospina, 2001 y Vivanco, 2005) (Figura 12):

- a. Aleatorio simple: da poca información acerca de las características de la población o muestra a medir, al ser numeración aleatoria se deben tener en cuenta áreas homogéneas.
- b. Aleatorio estratificado: Se forman estratos para mejor selección de la muestra, requiere conocimiento previo para una división acertada de subgrupos.
- c. Sistemático rejilla rectangular: Herramienta para reducir variabilidad por patrón espacial regular en cuadrado.



- d. Sistemático rejilla polar: De acuerdo a las dimensiones y forma del terreno se selecciona en forma radiada para homogenización de la muestra.

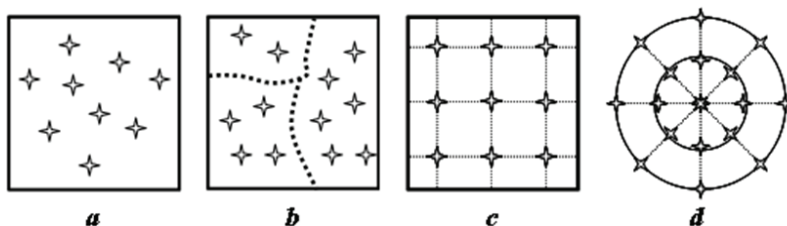


Figura 12. Tipos de muestreo: a) aleatorio simple b) aleatorio estratificado; c) sistemático rejilla rectangular; d) sistemático rejilla polar.

En la tabla 2 se listan los errores más frecuentes al realizar un muestreo y la técnicas para su minimización.

Tabla 2. Errores de muestreo y técnicas para su minimización.

TIPO DE ERROR	CAUSA	FORMA DE MINIMIZACIÓN
Fundamental	Pérdida de precisión en la muestra, debido a su composición física y química (tamaño)	Disminución o aumento del diámetro de la muestra
Segregación y agrupación	Se debe a la distribución no al azar de partículas	Preparación al azar de muestras compuestas u homogenización y fraccionamiento de la muestra
Heterogeneidad de largo alcance	Error espacial fluctuante y no al azar	Toma de muchos elementos para formar la muestra
Heterogeneidad periódica	Error de fluctuación temporal o espacial	Generación correcta de muestras compuestas
Delimitación de incrementos	Diseño de muestreo inapropiado y/o mala selección de equipo	Diseño de muestreo y selección apropiada de equipo
Extracción de incrementos	Falla de muestreo	Contar con protocolos y equipos adecuados
Preparación	Pérdidas, contaminación o alteración de muestras	Ajuste metodologías y manejo de muestras

Tomado de Mason (1992).

3.4 PLAN DE MUESTREO

Para realizar un muestreo confiable es indispensable hacer la planificación del mismo (Figura 13); entre los componente a tener en cuenta están: 1). objetivos y preguntas de investigación; 2) escoger las variables respuesta que midan el efecto que causa las amenazas objeto de estudio; 3) un diseño de muestreo que asegure el número de réplicas y esfuerzo de muestreo; 4) escoger técnicas e instrumentos de medición que permitan la

colecta de datos con alta precisión y 5) autoevaluación y divulgación de los resultados obtenidos que facilita la comparación con otros estudios, evita la duplicidad de esfuerzo e información y corrige problemas detectados en otros trabajos realizados; con esto se evitan errores y minimiza la posibilidad de invalidar los resultados a obtener (Osorio *et al.*, 2011 y Cuadros *et al.*, 2012).

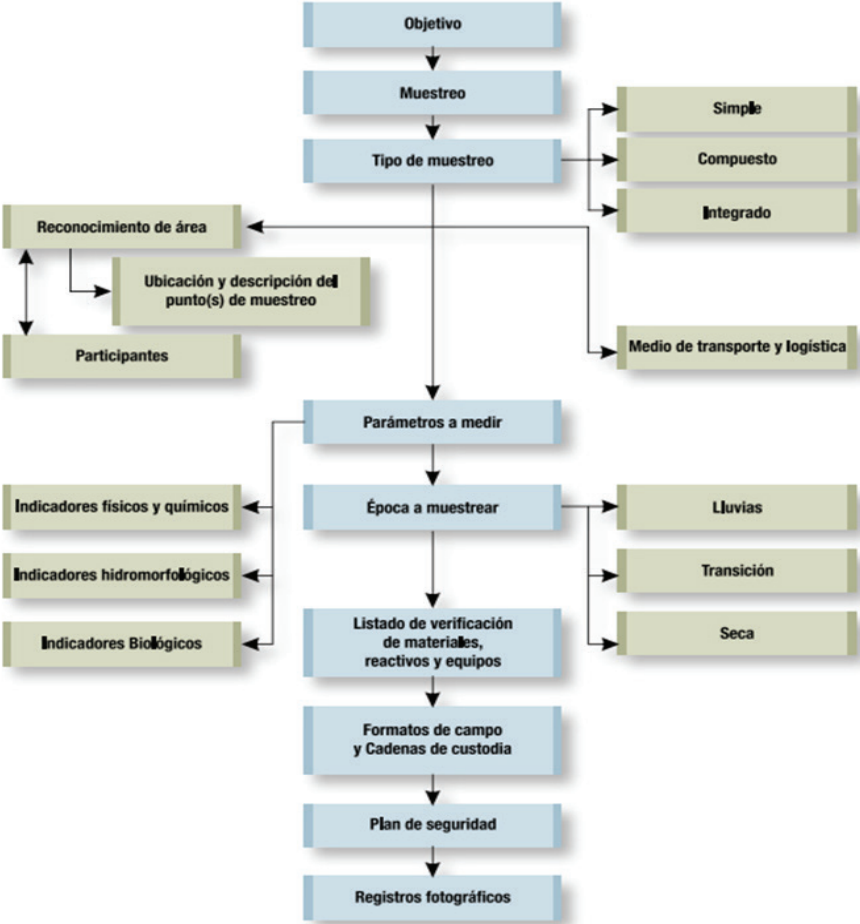


Figura 13. Etapas en la planificación del muestreo.
Tomado de Osorio *et al.*, (2011).

Seguir las etapas de planificación y elaborar un buen plan de muestreo, lleva a cumplir a cabalidad los objetivos de lo que se quiere evaluar y la correcta interpretación de los resultados.

Importante: La información debe ser recolectada según el diseño muestral escogido.

4. Técnicas de Muestreo

Al realizar muestreos ambientales, en los que se busca medir determinado contaminante, se debe tener en cuenta (Mason, 1992):

- Conocimiento previo del lugar, sus características y la información histórica sobre el parámetro de interés en el sitio
- Identificar el grado general de contaminación en el suelo, agua, aire, así como el impacto potencial para la salud y el ambiente.
- Delimitar la distribución de los contaminantes.
- Obtener información para estimar los posibles riesgos (a la salud y al ambiente) debidos al tipo de contaminante.
- Establecer los parámetros y niveles a medir.
- Determinar el tipo de medidas de remediación o mitigación en el contexto del uso actual o futuro del sitio.

Muestreo en aire: En lo que a calidad del aire se refiere, el muestreo se utiliza principalmente para determinar la concentración de partículas suspendidas, en sus diferentes fracciones: totales (PST), partículas menores de 10 micrómetros de diámetro aerodinámico (PM10) y partículas menores de 2.5 micrómetros de diámetro aerodinámico (PM2.5).

Los datos de emisiones de fuentes puntuales determinan la eficacia del control de la contaminación del aire y la eficiencia de producción, determina el cumplimiento de las normas de calidad del aire (Tabla 3), diagnostica las condiciones de un área antes de construir una nueva fuente de contaminación y permite proponer modelos de dispersión de contaminantes (MAVDT, 2010).

Tabla 3. Niveles permisibles de contaminante y sus niveles de prevención, alerta y emergencia.

CONTAMINANTE	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	PREVENCIÓN	ALERTA	EMERGENCIA
PST	µg/m ³	100	Anual			
		300	24 horas	375	625	875
MP10*	µg/m ³	70	Anual			
		150	24 horas	300	400	500
SO ₂	ppm (µg/m ³)	0.031 (80)	Anual			
		0.096 (250)	24 horas	0.191(500)	0.382 (1000)	0.612 (1600)
		0.287 (750)	3 horas			
NO ₂	ppm (µg/m ³)	0.053 (100)	Anual			
		0.08 (150)	24 horas			
		0.106 (200)	1 hora	0.212 (400)	0.425 (800)	1.064 (2000)

CONTAMINANTE	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	PREVENCIÓN	ALERTA	EMERGENCIA
O ₃	ppm (µg/m ³)	0.041 (80)	8 horas			
		0.061 (120)	1 hora	0.178 (350)	0.356 (700)	0.509 (1000)
CO	ppm (µg/m ³)	8.8 (10)	8 horas	14.9 (17)	29.7 (34)	40.2 (46)
		35 (40)	1 hora			
Nota: mg/m ³ o µg/m ³ , a las condiciones de 298, 15°K y 101,325 KPa (25° C y 760 mm Hg) *El límite máximo permisible de MP10 será de 60 para el 2009.						

Tomado de MAVDT, 2007.

Muestreo en agua: Conocer el estado de calidad de los cuerpos de aguas, juega un papel importante para el establecimiento del uso eficiente de los recursos hídricos, especialmente cuando va a ser utilizada en el consumo humano, animal o agrícola. Dependiendo del tipo de agua (aguas potables, brutas destinadas a potabilización y residuales) se usan diferentes criterios de toma de muestras y manipulación In situ y en laboratorio. De acuerdo con IDEAM (2004), los tipos de muestras se pueden agrupar en:

- *Muestra simple:* Se toma una vez y en un solo sitio. Determina parámetros de calidad del agua (temperatura, pH, oxígeno disuelto, turbiedad, conductividad, cloro, fósforo, nitrogenados, hidrocarburos)
- *Muestra compuesta:* Se toma en varios lugares pero en un solo recipiente. Mide calidad de vertimientos.
- *Muestra integrada:* es aquella que se forma por la mezcla de muestras puntuales tomadas de diferentes puntos simultáneamente, o lo más cerca posible.

La selección de las variables a analizar depende del objetivo del estudio; sin embargo, se deben tener en cuenta aquellas variables cuyas concentraciones están definidas en la legislación nacional para un determinado propósito. En la Tabla 4 se reportan los valores máximos permisibles para agua potable (Decreto 475 de 1985) y vertimientos que pueden ser susceptibles de potabilización (Decreto 1594 de 1984).

Tabla 4. Parámetros base para establecer la calidad del agua.

PARÁMETRO	A G U A POTABLE	VERTI-MIENTO	PARÁMETRO	A G U A POTABLE	VERTI-MIENTO
Alcalinidad (mg/L)	95	500	Fosforo total (mg/L)	0,17	0,5
Amonio (mg/L)	0,04	1	HCH (mg/L)	0,01	3500
Clorofila a (mg/L)	10	120	Nitratos (mg/L)	9,5	18
Cloruros (mg/L)	245	250	Nitritos + Nitratos (mg/L)	9,51	24
Coliformes fecales (NMP/100ml)	0	2000	Nitratos + amónico (mg/L)	9,54	19
Coliformes totales (NMP/100ml)	1	20000	Nitrógeno total (mg/L)	9,55	25
Color (Unidades Pt-Co)	14	75	Oxígeno disuelto (mg/L)	7	2
Conductividad (µs)	125	400	pH (Unidades)	6,8	9

PARÁMETRO	A G U A POTABLE	VERTI- MIENTO	PARÁMETRO	A G U A POTABLE	VERTI- MIENTO
Cromo (mg/L)	0,0095	0,05	Producción (mg/L)	2	1
DQB (mg/L)	0,02	30	Promedio de temperatura (°C)	20	30
DQO (mg/L)	1	30	Saturación de OD (%)	80	28
Dureza (mg/L)	155	250	Sólidos suspendidos (mg/L)	120	650
Fenoles (mg/L)	0,001	0,002	Sólidos totales (mg/L)	280	730
Fosfatos (mg/L)	0,095	0,2	Turbidez (mg/L)	4,5	10

Tomado de Fernández *et al.*, (2003).

Muestreo en suelo: Aunque el suelo es un componente esencial del ambiente en el que se desarrolla la vida, se considera como un emplazamiento ideal para deshacerse de todo tipo de residuos; sin embargo, su capacidad de depuración no es ilimitada, es decir, no es capaz ni de mineralizar toda la materia orgánica que se le aplique, ni de absorber todos los compuestos inorgánicos (Silva y Correa, 2009). Por ello, es necesario hacer muestreos que permitan conocer la concentración del producto contaminante en un momento dado y se deben considerar las características físicas y químicas del sistema que inciden en la transformación, retención y movimiento de los contaminantes a través del suelo. El contenido de arcilla, materia orgánica, la textura, la permeabilidad, el pH, el potencial redox (Eh) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo, afectan la velocidad de migración y la forma química del contaminante (Mason, 1992).

Al realizar los análisis respectivos posterior a los resultados obtenidos, se deben tener en cuenta criterios establecidos o estándares de aplicación, para los que suele tomarse como referencia, los estándares vigentes en Holanda (Europa), Dutch Soil and Groundwater Quality Criteria – DS.

Muestreo de comunidades biológicas: El muestreo de comunidades biológicas se basa en el conocimiento de la composición, abundancia y dinámica de las poblaciones y comunidades que hacen parte de los ecosistemas, que pueden presentar cambios como reacción a las modificaciones fisicoquímicas, consecuencia de la contaminación. Según Ramírez (2006) para los muestreos en sistemas vivos se pueden estudiar las siguientes alternativas:

- La dinámica de una población, su distribución mundial, regional o local, en relación con procesos de especiación y radiación adaptativa, con registros medio ambientales o con características del hábitat.
- La abundancia y composición de una comunidad o un taxón y sus cambios ante gradientes naturales o problemas de contaminación.
- La toxicidad aguda o crónica de múltiples compuestos.
- Los organismos indicadores de diferentes condiciones ambientales.
- Las condiciones fisicoquímicas de diferentes ecosistemas.

- Los niveles de aprovechamiento sostenible de comunidades o poblaciones
- La estructura trófica y las relaciones interespecíficas.
- El control químico o biológico de plagas y sus efectos en los ecosistemas.
- Los procesos de sucesión secundaria y recuperación natural de los ecosistemas degradados y su plan de recuperación.

Según el contaminante que afecta al ser vivo, se debe tener en cuenta la toma de muestra (Tabla 5), los elementos y equipos a usar.

Tabla 5. Forma de muestrear las comunidades biológicas según la clase de contaminante que puede afectar.

CONTAMINANTE		
Físicos	Químicos	Biológicos
Se realiza toma directa. En el caso de radiaciones, el equipo realiza el muestreo y la medida simultáneamente.	Respuesta a efecto. Toma directa o muestreo parcial y análisis.	Se analizan sus variaciones de respuestas al individuo, tomando muestras de este (orina, sangre, tejidos).

4.1 EQUIPOS DE MUESTREO Y FUNCIÓN

Cuidado de equipos: Los equipos pueden ser portátiles (se trasladan fácilmente a los diversos lugares) y estacionarios (se ubica en un lugar estratégico para la toma de datos periódicos), con los que se debe tener especial cuidado y tomar las siguientes precauciones:

- Evitar golpearlo y/dejarlo caer
- Evitar mojarlo
- Revisar que el equipo esté completo
- Calibrar según la necesidad del equipo, ya que algunos requieren calibración especializada.
- Revisar la carga de las baterías.







Cada equipo debe tener su bitácora (Hoja de vida)(Tabla 6) para conocer su uso y los responsables, tiempos de trabajo y mantenimientos realizados.

Tabla 6. Ejemplo de bitácora para el seguimiento del estado de los equipos.

Equipo:		Proveedor:		Referencia:
Serial:	Fecha compra:		Vencimiento Garantía:	Proveedor:
Fecha:	Uso/ Proyecto:		Responsable:	Observación:

Equipos para muestreos de aire: En la tabla 7 se listan algunos de los equipos básicos para hacer muestreos de aire.

Tabla 7. Equipos portátiles para hacer muestreos de aire.

EQUIPO	FOTOGRAFÍA	FUNCIÓN	IMPORTANCIA
LUXOMETRO		Mide la Iluminancia real, su medida se expresa en lux.	En salud ocupacional están reglamentados los niveles permitidos para deslumbramiento (UGR) y niveles de iluminación.
SONOMETRO		Determina contaminación acústica, mide los niveles de ruido en decibelio (dB); dependiendo de la velocidad e impulsos se evalúa el riesgo de daños en el oído humano.	Se evidencian efectos psicopatológicos leves desde 60 dBa, moderados desde 85 dBa. Las consecuencias acumulativas se reflejan en estrés, irritabilidad y agresividad.
TERMO ANEMÓMETRO		Mide la velocidad del viento (m/s, Km/h), turbulencias, Temperatura °C/ ° F, en niveles máximos, mínimos y promedios	El exceso de velocidad de aire en salud ocupacional altera la productividad del trabajador.
TERMO HIGROMETRO (psycrometro):		Mide el porcentaje de Humedad relativa presente en el ambiente (RH%), temperatura °C / ° F y niveles máximo y mínimos de dichos parámetros.	El exceso de humedad ambiental aumenta la posibilidad de contraer enfermedades respiratorias (asma, sinusitis, e infecciones pulmonares como la bronquitis), por lo que existen estándares de calidad de microclima de acuerdo a la salud ocupacional.
ANALIZADOR DE GASES		Mide Oxígeno, monóxido de carbono, eficiencia de combustión, dióxido de carbono, temperatura, exceso de aire, CO en %O, óxido nítrico, óxidos de nitrógeno (NO/NO2), dióxido de sulfuro, óxido nítrico en %O, dióxido nitrógeno en %O, óxido de nitrógeno en %O y dióxido de sulfuro en %O	Niveles nocivos en la concentración de gases altera la salud humana y la calidad del aire que se respira.
ESTACIÓN METEOROLÓGICA		Equipo portátil que mide pluviosidad, radiación solar, temperatura, humedad del ambiente, y de suelo, y velocidad del viento.	El conocimiento de calidad del aire y las condiciones meteorológicas permite determinar la línea base de los estudios ambientales.


Equipos para el muestreo de agua: En la tabla 8 se listan algunos de los equipos básicos para hacer muestreo de agua.

Tabla 8. Equipos portátiles para hacer muestreos de agua.

EQUIPO	FOTOGRAFÍA	FUNCIÓN	IMPORTANCIA
POTENCIÓMETRO		Mide la concentración de iones hidrógeno [H+], o en defecto los iones hidroxilo [OH]. Se expresa en unidades.	Permite conocer las características de los ambientes, ya que si son muy alcalinos o ácidos no es posible la existencia de vida.
OXÍMETRO		Mide la cantidad de oxígeno disuelto para un cierto momento. Se expresa en mg/l.	Es un indicador de la calidad del agua.
CONDUCTIVÍMETRO		Mide la capacidad que tiene una solución para transmitir la corriente eléctrica. Se expresa en microsiemens/cm ó microhoms/cm.	Cambios significativos en la medida, puede indicar eventos puntuales de contaminación.
MOLINETE		Mide la velocidad mediante un registro electrónico.	Permite conocer la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo determinada.

Equipos para el muestreo de suelo: En la tabla 9 se listan algunos de los equipos básicos para hacer muestreo de suelo.

Tabla 9. Equipos portátiles para hacer muestreos de suelo.





EQUIPO	FOTOGRAFÍA	FUNCIÓN	IMPORTANCIA
PH-METRO DE SUELOS.		Determinar de forma directa el valor pH del suelo. Se mide en unidades.	Un pH inadecuado en el suelo impide la correcta absorción de los nutrientes.







MIDOR DE COMPACTACIÓN		Registra en forma digital la compactación del suelo. Se mide en KPA (kilopascales) y/o en PSI (libras por pulgada cuadrada).	La compactación impide la penetración de humedad, la absorción de fertilizantes y químicos, crea las condiciones para que microbios anaerobios obstaculicen el crecimiento de las raíces de las plantas.
--------------------------	---	--	--

Muestreo de comunidades biológicas: Según el objeto de estudios de la comunidad biológica, se requerirá los implementos para su posterior análisis, en la tabla 10 se listan algunas de las comunidades y su importancia para ser muestreadas.

Tabla 10. Comunidades biológicas a tener en cuenta en muestreos ambientales.

	COMUNIDAD	IMPORTANCIA
PERIFITON		Esta comunidad es importante porque contribuye en un 80% a la productividad total; presenta una alta tasa de reciclaje de nutrientes y manifiesta de forma relativamente rápida cambios en su estructura y composición, en respuesta a cambios físico- químicos que ocurren en el agua, sirviendo como indicador de la calidad del agua (Pinilla, 1998; Roldán y Ramírez, 2008).
VEGETACIÓN		Es una de los principales soportes para la planificación, manejo y conservación de los ecosistemas tropicales. Su estudio permite conocer 1) la riqueza específica; 2) el intercambio de especies y 3) datos de la estructura que permitan determinar el estado de conservación del área objeto de estudio (Villareal <i>et al.</i> , 2004).
MACRO INVERTEBRADOS ACUÁTICOS		Permiten determinar los efectos ambientales de cambio asociados a impactos, a eventos catastróficos y en general a alteraciones ocurridas en los ecosistemas acuáticos.
INSECTOS TERRESTRES		Grupos como mariposas, hormigas y escarabajo han sido usados para evaluar el efecto de fragmentación y reducción de los ambientes naturales y uso del suelo (Villareal <i>et al.</i> , 2004).

COMUNIDAD		IMPORTANCIA
PECES		Son considerados como una herramienta para monitorear, caracterizar y definir la calidad del agua en ríos y lagos.
AVES		Presentan características como: tener un comportamiento llamativo, son fáciles de detectar, son el grupo animal mejor conocido, son diversas, tiene especialización ecológica y son sensibles a perturbaciones ecológicas que permite dar una idea del estado de conservación de determinada localidad (Villareal <i>et al</i> , 2004).
MAMÍFEROS		La presencia de determinado tipo de especies indica el grado de mantenimiento de un sistema, pudiendo utilizar a ciertos mamíferos como indicadores de la calidad de hábitat.
HUMANOS		Estudiar la relación del hombre con el Ambiente, determina el grado de intervención causado al entorno natural, y esto permite proponer y ejecutar acciones de mejoramiento y mitigación.

4.2 EJERCICIOS PRÁCTICOS

4.2.1 Ejercicio práctico 1.

Elabore un formato de campo para la toma de datos en un muestreo ambiental.
Resultados del ejercicio

Formato 1: Colecta de datos para muestreo de vegetación

Hora:	Localidad :	Dto:	Municipio:		Coordenadas:		Altitud:
Fecha:	Entidad:		Nombre:	Apellido:	No Formulario:		
No muestra	Especie	Color	Textura	Olor	Forma de la hoja	Forma de la flor	Tipo de fruto

Formato 2: Colecta de datos para muestreo de vegetación

País:	Municipio:	Coordenadas:	Altitud:	Fecha:
Departamento:		Vereda:		Hora:
Que altura predomina entre las familias vegetales:				
a. 20 cm	c. 5 cm			
b. 10 cm	d. Otros Cual? _____			
Que familias poseen follaje más abundante:				
a. Mimosacea	d. Lauraceae			
b. Melastomataceae	e. Bignoniaceae			
c. Caesalpinaceae				
Observaciones:				

Formato 3. Colecta de datos para establecer el grado de deterioro del suelo.

País:	Departamento:	Municipio:	Vereda:
Fecha:	Hora:	Límites:	
Altura:	Coordenadas:	Muestreo realizado por:	
Punto de muestreo	pH	Infiltración	Profundidad del horizonte A

Formato 4. Colecta de datos para el muestreo de aguas

Fecha:	Hora:	País:	Dto:	Municipio:	Vereda:
Coordenadas:		Altitud:	Límites:		
Estación No	OD	pH	Temperatura	Conductividad	Caudal
Observaciones:					
Colectores:					

4.2.2 Ejercicio práctico 2.

Elabore un mapa a mano alzada y dibuje el lugar donde se encuentra (incluya todos los elementos que ve y que rodean su sitio) y represente dichos elementos.

Resultados del ejercicio

Mapa 1: Elaborados con base al conocimiento empírico.

Mapa 2: Elaborado según nociones básicas de cartografía.

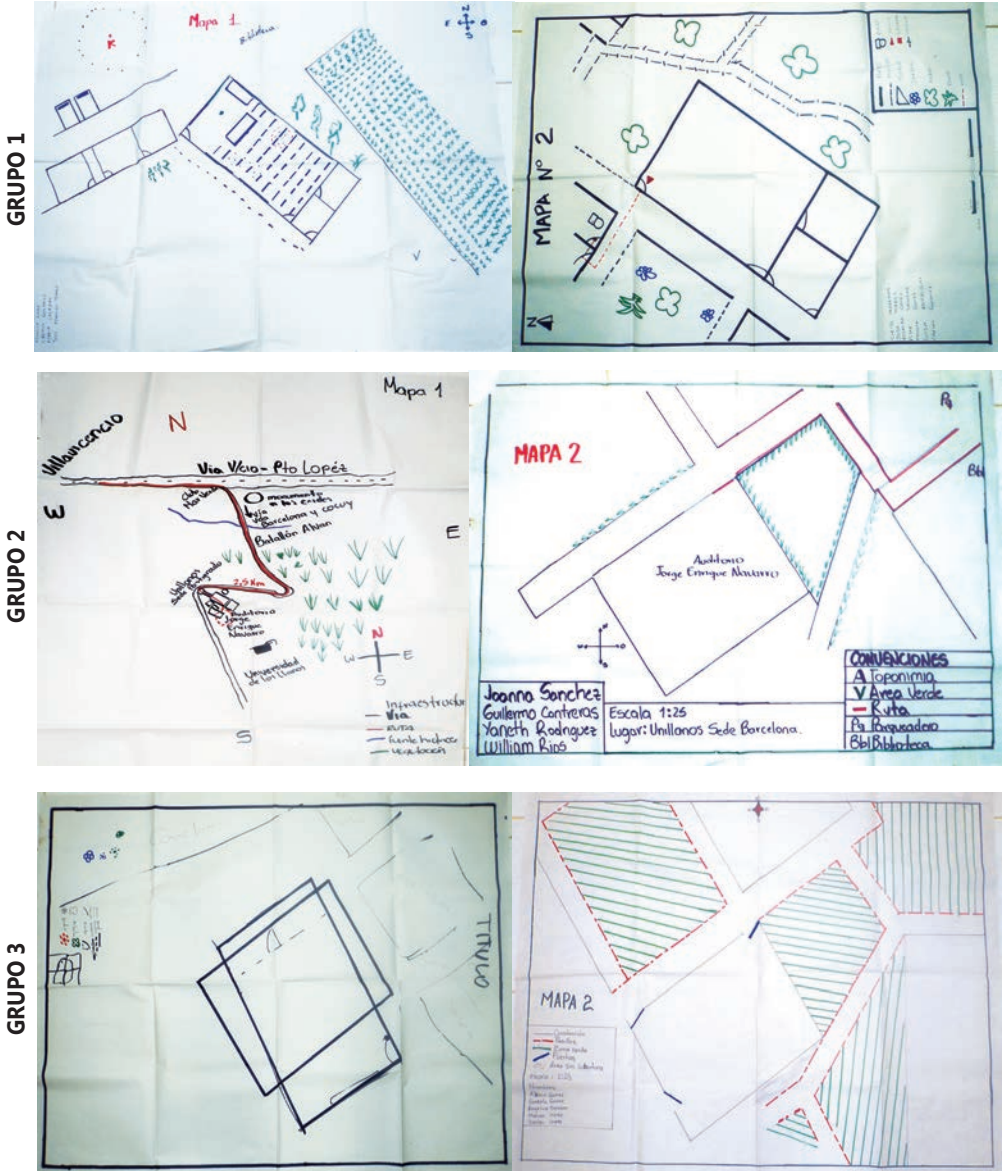




Figura 14. Imágenes de mapas a mano alzada resultado del ejercicio práctico 2.



4.2.3 Ejercicio práctico 3.

Lea el siguiente taller y resuelva el formato como herramienta de trabajo de campo. Se deben definir estaciones de muestreo y asignar una a cada grupo de trabajo, para el levantamiento de la información primaria; esto permite describir el entorno y dar un diagnóstico básico del área de muestreo seleccionada para este ejercicio práctico.

CONVENIO MARCO DE COLABORACION N° 5211592

	IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS DE MANEJO AMBIENTAL DE LOS RIOS GUAYURIBA, OCOA Y CAÑOS QUENANE, QUENANITO DE LA CUENCA ALTA DEL RIO META, ORINOCO BASADOS EN LAS ESTRATEGIAS EDUCATIVAS, INVESTIGATIVAS Y DE PROYECCION SOCIAL	
---	--	--

TALLER DE MUESTREOS AMBIENTALES

Integrantes	No. Grupo
--------------------	------------------

- Tomar coordenadas y localizar los puntos de muestreo.

PUNTOS DE MUESTREO



 - A Sendero con árboles
 - B Parqueadero
 - C Medicion de suelo contaminado
 - D Cancha de futbol
- Haga una caracterización o descripción del entorno del punto de muestreo
 - A Accesos
 - B Vegetación
 - C Zonas inundadas
 - D Edificaciones
 - E Usos
- Relacionar y estructurar la información obtenida con los equipos de muestreo

No.	EQUIPOS	USO Y MEDICION DE:
1	ALTIMETRO	Altura
2	ANALIZADOR DE GASES	Concentraciones
3	ESTACION METEREOLÓGICA	Datos climaticos
4	GPS	Posicionamiento global
5	LUXOMETRO PCE	Intensidades lumínicas
6	MEDIDOR DE HUMEDAD SPECTROWAN	Humedad
8	MEDIDOR DE PH SPECTRUM SOILSTIK	PH suelo
9	SONOMETRO	Intensidad de ruido
10	TERMOANEMOMETRO	Temperatura y viento
11	TERMOHIGROMETRO	Temperatura y humedad

- Comparar la información y análisis de la misma
- Realizar un mapa a mano alzada de la información obtenida

Formato de campo para el ejercicio práctico

CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN N° 5211592

	IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO AMBIENTAL DE LOS RÍOS GUAYURIBA, OCOA Y CAÑOS QUENANE, QUENANITO DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO META, ORINOCO BASADOS EN LAS ESTRATEGIAS EDUCATIVAS, INVESTIGATIVAS Y DE PROYECCION SOCIAL	
---	--	---

FORMATO DE MUESTREO

Integrantes								No. Grupo
No. Punto	Código o nombre	Longitud	Latitud	Altitud	Fecha	Vereda	Municipio	Departamento
No. Punto	Temperatura	Humedad	Vientos	Luz	pH suelo	Ruido	Pluviosidad	Observaciones
Descripción/ Anotaciones							Mapa (Atrás)	

Resultados del ejercicio

Sendero con árboles (G1)

Descripción: Vía de acceso a la cancha de futbol (31, 5 m x 1 m de ancho); No presenta zonas inundadas; sendero intervenido, áreas con concreto, borde en tierra y algo de jardín. En cuanto a la vegetación se encontró: mandarina (1), cacao (1), naranja (1), dormidera (1), yopo (2), pomarroso (2), aguacate (1). Edificaciones: aula de clase para educación, biblioteca y baños.

Parqueadero (G2)

Descripción: Entrada principal en pavimento (sede de postgrados), longitud: 32 m x 66,64 m. Sendero peatonal: Pomarroso (2), vía de pinos (12). No presenta zonas inundadas. Vía alterna peatonal que se dirige a la sede de pregrado. Edificaciones: 4 bloques de oficinas, salones y una cafetería: Alrededor de arborización. Piso pavimento

Cancha de futbol (G3)

Descripción: Camino peatonal, con una reja, rodeado de Vegetación, piso en grama, no presenta árboles, no se encontraron humedales, ni zonas inundadas. Longitud: de la puerta al punto de muestreo: 51,6 m largo ancho. Área de muestreo: 4,5 m x 2 m.



Formato de muestreo diligenciado y compilado para los tres grupos.

No. Punto	Código o nombre	Longitud	Latitud	Altitud	Fecha	Vereda	Municipio	Departamento
1	G1	73355,4	40447,5	345	may25/13	Barcelona	Villavicencio	Meta
2	G2	73350,5	40446	120	may25/13	Barcelona	Villavicencio	Meta
3	G3	73353,05	40446,6	400	may25/13	Barcelona	Villavicencio	Meta

No. Punto	Temperatura	Humedad	Vientos	Luz	pH suelo	Ruido	Pluviosidad	Observaciones
G1	24	65,4	84,3	97	0	65,5-67	0	
G2	30	60,6	102	102,4	0	47-49	0	
G3	25,8	62,8	110-190	970-995	0	46- 67	0	

Análisis del muestreo: Al realizar la comparación en los tres grupos se encontró que: la temperatura varía de acuerdo a la vegetación, a mayor vegetación mayor humedad y menor temperatura, menor luminosidad, menos viento y menor ruido. A mayor luz mayor sonido de aves e insectos; a mayor humedad mayores plagas. El ruido de los aviones y la luz no tiene correlación. En la figura 15 se encuentra los mapas a mano alzada elaborados por cada grupo.

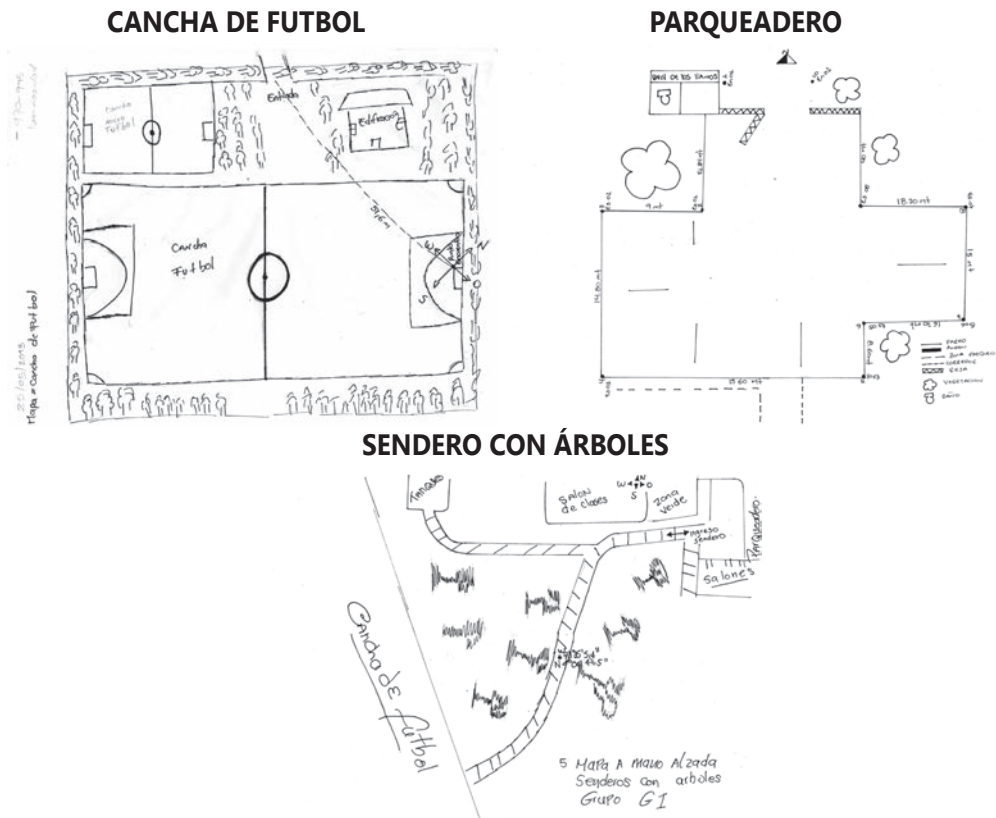


Figura 15. Imágenes a mano alzada resultado del taller muestreos ambientales.

Literatura Consultada

Andrade, G., Castro, G., Durán, A., Rodríguez, M., Rudas, G., Uribe, y EWills, E. 2009. La Mejor Orinoquia que Podemos Construir - Elementos para la Sostenibilidad Ambiental del Desarrollo. Coporinoquia, Universidad de los Andes, Foro Nacional Ambiental, FESCOL. Bogotá. 288 p. Disponible en: URL: <http://www.manuelrodriguezbecerra.org/bajar/mejororinoquia.pdf>.

Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D. y Stribling, J. B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second edition EPA 841-B-99-002. U. S Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. 339 p.

Corpes Orinoquia. 1996. La Orinoquia Colombiana. Visión Monográfica. Consejo Regional de Planificación Económica y social. Editorial Gente Nueva. Colombia. 119 p.

Correa, H., Ruiz, S.L y Arévalo, L.M (eds). 2006. Plan de acción de biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 – 2015 – Propuesta técnica. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF – Colombia, GTA – Colombia, Bogotá D.C., 330 p.

Cuadros. I., Zamora, C. y Acosta, A. 2012. Monitoreo ecológico como herramienta eficaz de manejo. 117 – 143 p. En Romero. M & Acosta. A (eds). 2012. Conocimiento científico, permeando la política ambiental. 1ª ed. Pontificia Universidad Javeriana, Conservación internacional Colombia. Bogotá. 150 p.

Fernández, N., Ramírez, A. y Solano, F. Índices fisicoquímicos de calidad del agua. Un estudio comparativo. Conferencia internacional Usos Múltiples del agua: Para la vida y el desarrollo sostenible. Memorias del evento. Instituto CINARA. Universidad del valle. Disponible en: URL: http://academia.edu/1662411/Indices_Fisicoquimicosde_Calidad_del_Agua-Un_Estudio_Comparativo.

Galindo, G., Pedraza, C., Betancourt, F., Moreno R. y Cabrera, E. 2007. Planeación ambiental del sector hidrocarburos para la conservación de la biodiversidad en los llanos de Colombia. Convenio de cooperación 05-050. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia. 306 p. Disponible en: URL: <http://www.horizonteverde.org.co/attachments/article/19/Informe-ANH.pdf>

García- Bustamante. M. 2003. Persistencia y cambio en la frontera oriental de Colombia. El piedemonte del Meta, 1840-1950. Fondo editorial- Universidad EAFIT. 399 p.

IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2004. Guía para el

monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. Colombia. 28 p. Disponible en: URL: <ftp://190.5.199.75/jprado/Dise%C3%B1o%20de%20PTAR/Guia%20de%20Monitoreo%20IDEAM.pdf>

IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1998. Principios básicos de Cartografía Temática. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Bogotá D.C. 230 p.

Jiménez, A. y Codina, J. 2006. Decisiones sobre productos y marcas. Capítulo VII. 265 - 266 p. En: Rodríguez, I. 2006. Principios y estrategias de marketing. Economía y empresa. Editorial UOC. Barcelona. 445 p.

Martínez, C. 2012. Estadística y muestreo. 13ª edición. Ecoe ediciones. Bogotá. 900 p.

Mason, B. 1992. Preparation of soil sampling protocols: Sampling techniques and strategies. United States Environmental Protection Agency, Washington. 169 p.

MMA – Ministerio de medio ambiente. 1997. Política Nacional de Producción más limpia. Programa de producción limpia. República de Colombia. Santa Fe de Bogotá. 46 p. Disponible en: URL:http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/politica/polit_produccion_mas_limpiar.pdf

MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2007. Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Firma consultora: K-2 INGENIERIA LTDA Disponible en: URL: http://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/calidadAire/protocolo_monitoreo_calidad_aire.pdf

MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire. Bogotá D.C. Colombia: 48 p. Disponible en: URL: http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/politica/polit_calidad_aire.pdf

Molano, J. 1998. Biogeografía De La Orinoquia Colombiana. In: Colombia Orinoco. Fondo FEN Colombia, Bogotá, pp. 69-101. Disponible en: URL:http://www.bdigital.unal.edu.co/7324/1/BIOGEOGRAF%C3%8DA_DE_LA_ORINOQUIA_COLOMBIANA.pdf

Osorio-Ramírez, D.P., Caro-Caro, C.I., Gutiérrez- Bohórquez, L.M. y Oliveros- Monroy, A.M. 2011. Estandarización de métodos de estudio para un sistema lótico de la Orinoquia Colombiana. "Tipificación de ambientes acuáticos e identificación de bioindicadores presentes en el río Orotoy – Clave ambiental ilustrada". Posgrados en gestión Ambiental Sostenible, Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia. 96 p.

Ospina, D. 2001. Introducción al muestreo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Matemáticas y Estadística. Unibiblios. Bogotá. 262 p.

Pinilla, G 1998. Indicadores Biológicos en Ecosistemas Acuáticos Continentales. Compilación Bibliográfica. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Centro De Investigaciones Científicas. Santa Fe De Bogotá. 67 p.

Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Marquez, R. y Zambrano, L. (eds). 2007. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales–Instituto Nacional de Ecología–U.S. Fish & Wildlife Service–Unidos para la Conservación, A. C. – Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, México. 287 p.

Ramírez, A. 2005. Ecología: métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. 321 p.

Rennings, K. y Wiggering, H. 1997. *Ecological Economics* 20 (1997) 25-36.

Roldán, G. y Ramírez J. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2ª. Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Antioquia, Medellín. 421 p.

Rosales, J., Suárez, C y Lasso, C. 2010. Descripción del medio natural de la cuenca del Orinoco. Capítulo 3. 51 – 73 p. En: Lasso, C. A., Usma, J. S., Trujillo, F. y Rial, A. (eds). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia. 609 p.

Silva, S y Correa, F. 2009. Análisis de la contaminación del suelo: Revisión de la normatividad y posibilidades de regulación económica. Semestre económico. Vol-12, No 23: 13-34 p. Disponible en: URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v12n23/v12n23a2.pdf>

Villareal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, H. Mendoza, M. Ospina y Umaña; A.M 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Viloria de la Hoz, J. 2009. Geografía económica de la Orinoquia. Documentos de trabajo sobre la economía regional. No 113. Banco de la República. 83 p. Disponible en: URL:<http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER-113.pdf>.

Vivanco, M. 2005. Muestreo estadístico- Diseño y aplicaciones. 1ª edición. Editorial Universitaria. Chile. 209 p.





Para mayor información

Universidad de los Llanos
Km. 12 vía Pto. López - Vereda Barcelona
Tel. (578) 6616800 Ext. 130
Villavicencio (Meta)
www.unillanos.edu.co
<http://egas.unillanos.edu.co>