



# Protocolo para Recolección de Muestras de Cabello para Análisis de Mercurio



MINAMBIENTE



Universidad  
de Cartagena  
Fundada en 1827

GORDON AND BETTY  
**MOORE**  
FOUNDATION



# Parques Nacionales Naturales de Colombia

## Dirección Territorial Amazonía

Instrucciones para la toma de muestra

“Una muestra de cabello es un excelente indicador del grado de exposición crónica a mercurio a la que ha estado sometida una persona, especialmente a través del consumo de pescado.”

## Protocolo para Recolección de Muestras de Cabello para Análisis de Mercurio



MINAMBIENTE



Universidad  
de Cartagena  
Fundada en 1827

GORDON AND BETTY  
**MOORE**  
FOUNDATION

# Protocolo para Recolección de Muestras de Cabello para Análisis de Mercurio

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA

Directora General:  
Julia Miranda Londoño

Directora Territorial Amazonia:  
Diana Castellanos Méndez

Coordinadora de Proyectos de Cooperación:  
Beatriz Gómez Toro

Textos:  
Jesús Tadeo Olivero Verbel  
Universidad de Cartagena

Coordinación Editorial  
Victor Manuel Moreno Rengifo  
Prevención, Vigilancia y Control

David Novoa Mahecha  
Gestión del conocimiento  
Dirección Territorial Amazonia  
Parques Nacionales Naturales

Agradecimientos a las Áreas protegidas de la subregión Planicie y al equipo técnico de la Dirección Territorial Amazonia.

Fotografías  
Universidad de Cartagena.  
Rodrigo Durán Bahamón.  
Archivo DTAM y Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Diseño y diagramación:  
Rodrigo Durán Bahamón.

Ilustraciones:  
Santiago Durán Martínez.

Impresión: Panamericana  
Impreso en Colombia.

La presente publicación contó con el apoyo financiero de la Fundación Gordon y Betty Moore.

Se sugiere citar la fuente así: Parques Nacionales Naturales de Colombia  
Dirección Territorial Amazonia  
Protocolo para Recolección de Muestras de Cabello para Análisis de Mercurio  
ISBN: 978-958-8426-60-0

Cartagena - Bogotá, 2018.



### Alcance de la aplicación

El siguiente documento es aplicable a la recolección de muestras de cabello para la determinación de mercurio en las áreas protegidas adscritas a la Dirección Territorial Amazonia de Parques Nacionales Naturales de Colombia.



### Objetivo

Establecer los aspectos técnicos y operativos que se deben tener en cuenta para realizar la toma de muestras de cabello, que permita la determinación del contenido de mercurio como aporte al monitoreo que adelantan las áreas protegidas de la Dirección Territorial Amazonia.



### Propósito

El propósito de la determinación de mercurio en muestras de cabello, debe estar bien definido antes de efectuar el plan de muestreo.



## Introducción

El mercurio es un metal pesado que se encuentra en forma natural en bajas concentraciones en el aire atmosférico, en reservorios acuáticos y en el suelo. El ser humano se expone principalmente al metilmercurio (la forma orgánica del metal), mediante la ingesta de pescado y mariscos contaminados (Raimann et al., 2011; Olivero et al., 1995).

La exposición a niveles altos de mercurio puede afectar órganos como el cerebro, el corazón, los riñones y los pulmones, así como el sistema inmunológico de las personas de todas las edades, siendo más vulnerables los niños y las mujeres embarazadas (PNUMA, 2002). Además, está bien documentado que concentraciones elevadas de metilmercurio en niños genera daños en el sistema nervioso en desarrollo, dificultando así el proceso de razonamiento y aprendizaje del infante (Swain et al., 2007). Mediante la toma de una muestra de cabello es posible determinar los niveles de mercurio en las personas expuestas (NRC, 2000).



## Aspectos a considerar

- ✓ Para la realización de un proceso de muestreo en el cual se vaya a trabajar con personas al interior de las áreas protegidas, debemos realizar un protocolo de acercamiento (relación) entre las instituciones que hacen parte del estudio, las autoridades indígenas competentes, y una entidad que garantice los derechos de salvaguarda de los pueblos indígenas como el Ministerio del Interior y/o Defensoría del pueblo.
- ✓ Antes del desarrollo del plan de muestreo, es necesario que se conozcan y manejen las políticas mínimas de seguridad, relacionadas con los riesgos de trabajar con este tipo de muestras. Todos los involucrados en la preparación, recolección y análisis de las muestras de cabellos deben estar familiarizados con estos protocolos.
- ✓ Todas las implicaciones y tratamiento de la muestra a cada uno de los individuos participantes, deben darse a conocer mediante un formato de consentimiento informado.





# Consentimiento Informado

## Título de la Investigación

### “Evaluación de mercurio en habitantes de la Amazonia Colombiana”

Estimado participante:

El Grupo de Química Ambiental y Computacional de la Universidad de Cartagena está realizando un estudio que tiene por objeto establecer las concentraciones de mercurio en adultos que habitan en la Amazonia colombiana.

Por favor lea cuidadosamente este documento o solicite al investigador que se lo lea en voz alta. Usted puede realizar todas las preguntas que considere pertinentes relacionadas con el estudio.

#### 1. Consideraciones generales de la investigación

Este documento que usted está leyendo es el consentimiento informado que explica de manera escrita los propósitos, beneficios y riesgos de la investigación en curso.

Esta investigación es realizada con el propósito de determinar si las personas que habitan en la Amazonia colombiana presentan concentraciones de mercurio en cabello superiores a las recomendadas internacionalmente para proteger la salud. Usted es libre de participar o no en este estudio, ya que su condición es de voluntario.

#### 2. Importancia de esta investigación

El mercurio es un metal altamente tóxico que está siendo empleado para la extracción del oro en algunas zonas del país. Cuando el mercurio llega a los cuerpos de agua (ríos, lagunas) se incorpora a la cadena alimenticia y desde allí llega al hombre, pudiendo generar problemas graves de salud. Este estudio le permitirá conocer al participante el nivel de mercurio en cabello y podrá ofrecer recomendaciones para disminuir el impacto de la contaminación.

#### 3. Investigadores encargados de este estudio

Esta investigación es realizada bajo la coordinación del profesor Jesús Olivero Verbel, Ph.D, Director del Grupo de Química Ambiental y Computacional (GQAC) de la Universidad de Cartagena, con la participación de los siguientes investigadores integrantes del GQAC: Profesor Jorge Roper Vega y Liliana Carranza.

#### 4. Descripción de la participación de los voluntarios en el estudio

Las personas adultas o niños cuyos padres voluntariamente accedan a participar en el estudio serán entrevistadas para coleccionar información sobre variables como género, edad, talla, peso, educación, aspectos relacionados con los antecedentes familiares, personales, clínicos y hábitos alimenticios.

#### 5. Riesgos y posible inconformidad en los participantes

La recolección de la información y la toma de muestra de cabello no implican más que un riesgo mínimo para los participantes (es decir, el nivel de riesgo encontrado en la vida diaria). El proceso de toma de muestra de cabello es simple y será realizado siguiendo los lineamientos estandarizados para la investigación en salud, por un profesional calificado, encargado de tomar la muestra. De acuerdo con la resolución 008430 de 1993, expedida por el Ministerio de Salud, el procedimiento al que será sometido voluntariamente el donante es clasificado como de riesgo mínimo.

#### 6. Beneficios

Los resultados obtenidos en este estudio serán entregados directamente a Parques Nacionales Naturales de Colombia y ellos serán los encargados de socializar la información con la comunidad. Estos datos serán importantes para prevenir y disminuir la exposición a mercurio por el consumo de peces, garantizando un



desarrollo neurológico normal a los niños sin manifestaciones de afectación por problemas de contaminación por metilmercurio.

### 7. Participación voluntaria

La participación de los adultos y niños en este estudio es totalmente voluntaria, los padres aceptan hacer parte de la investigación bajo su propio criterio, sin ningún tipo de presión u obligación para con el mismo. Los padres o los niños pueden realizar cualquier pregunta a los investigadores de este proyecto cuando lo considere conveniente, o retirarse cuando así lo crean pertinente.

### 8. Derechos de autor y confidencialidad

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los previamente estipulados en el proyecto. Todos los datos generados en este estudio serán propiedad de la Universidad de Cartagena. Los participantes del proyecto contarán con confidencialidad, de tal forma que su nombre no será publicado en ninguna circunstancia, pero sí los códigos asociados con cada voluntario.

### 9. Consentimiento del participante

#### DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN ESTUDIO

Con el presente documento se pretende informar a usted sobre el procedimiento que le será practicado, o al niño que representa, por lo que solicitamos diligenciar con su puño y letra los siguientes espacios en blanco:

Yo \_\_\_\_\_ identificado con CC No \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, en mi nombre, o en representación del niño(a) \_\_\_\_\_, con documento de identidad No \_\_\_\_\_, en mi calidad de \_\_\_\_\_ del menor, o voluntario participante en el proyecto, que Liliana Patricia Carranza López identificada con CC No 25'914.684 de Chinú (Córdoba), ha sido clara y precisa en suministrarme la información sobre la toma de muestra para el proyecto "Evaluación de mercurio en habitantes de la Amazonia Colombiana". Estoy de acuerdo y autorizo realizar la toma de muestra de cabello y a brindar la información socioeconómica y de salud solicitada.

Responda Si o No (con una X) en los espacios en blanco

He recibido información del procedimiento en un lenguaje claro y sencillo: Si \_\_\_ No \_\_\_

Fueron atendidas todas mis inquietudes y preguntas al respecto: Si \_\_\_ No \_\_\_

También comprendo que sin necesidad de dar ninguna explicación puedo revocar este consentimiento, por ello manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y que entiendo el alcance del procedimiento a realizar.

En tales condiciones, ACEPTO AUTORIZAR MI PARTICIPACIÓN O LA DEL MENOR QUE REPRESENTO EN EL ESTUDIO: "Evaluación de mercurio en habitantes de la Amazonia Colombiana".

### 10. Firma

Su firma abajo significa que usted leyó y/o comprendió este documento y que usted accede voluntariamente a autorizar la participación del menor en este estudio.

\_\_\_\_\_  
Firma del padre o representante del menor

\_\_\_\_\_  
Nombre del testigo

\_\_\_\_\_  
Firma del director del proyecto y cédula

\_\_\_\_\_  
Firma y cédula del testigo

Fecha: \_\_\_\_\_  
DD / MM / AAAA



Código \_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS  
GRUPO DE QUÍMICA AMBIENTAL Y COMPUTACIONAL  
CARTAGENA, COLOMBIA

DATOS GENERALES PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO  
EN CABELLO DE PERSONAS DE LA AMAZONIA COLOMBIANA

### 1. INFORMACIÓN GENERAL

Día \_\_\_\_\_ Mes \_\_\_\_\_ Año \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_ Localidad \_\_\_\_\_  
GPS: N \_\_\_\_\_ O \_\_\_\_\_  
Dirección \_\_\_\_\_  
Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ Sexo M ( ) F ( )  
Estatura \_\_\_\_\_ Peso \_\_\_\_\_ Hijos \_\_\_\_\_  
Ocupación \_\_\_\_\_ Años de trabajo \_\_\_\_\_  
Estado de Gravidéz Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Tiempo \_\_\_\_\_  
Abortos: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuántos \_\_\_\_\_ Niños con malformaciones: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuántos \_\_\_\_\_  
Niños con retardo mental: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuántos \_\_\_\_\_  
Grado de escolaridad: Ninguno \_\_\_\_\_ Primaria \_\_\_\_\_ Secundaria \_\_\_\_\_ Técnico \_\_\_\_\_ Universidad \_\_\_\_\_

### 2. HÁBITOS ALIMENTICIOS

No de días a la semana que consume pescado: 1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_  
Número de comidas con pescado al día: 1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_  
Que clase de pescados consume con mayor frecuencia: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

De qué forma consume el pescado? Frito ( ) Cocido ( ) Ahumado ( ) Otras ( )  
Dónde compra / obtiene el pescado que consume \_\_\_\_\_  
Consumo pescado enlatado? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuál \_\_\_\_\_ Frecuencia: N ( ) AV ( ) F ( )

### 2. HÁBITOS DE SALUD GENERAL

Fuma: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No de cigarrillos al día \_\_\_\_\_ Tiempo fumando \_\_\_\_\_  
Ingiere bebidas alcohólicas: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuáles \_\_\_\_\_  
No de días a la semana que ingiere alcohol: 1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_  
Toma café: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuantas tazas al día \_\_\_\_\_



#### 4. SINTOMATOLOGÍA ESPECÍFICA

N= Nunca AV= A veces CF= Con frecuencia CS= Casi siempre.

¿Le cuesta identificar los colores?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Posee dificultad para conciliar el sueño?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Le lagrimean los ojos?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Presenta náuseas o vómitos?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Presenta sudoración fácil?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Se pone nervioso o irrita con facilidad?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Nota que las cosas alrededor suyo se mueven (vértigo)?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Ha notado falta de energía para realizar actividades?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Se siente triste o alegre sin motivo?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Le cuesta relajarse o se preocupa en exceso?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Ha presentado reacciones alérgicas en la piel?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Ha notado pérdida de memoria?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Le cuesta concentrarse en algunas actividades simples?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Presenta opresión en el pecho?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Presenta alteraciones de la presión arterial?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Registra dolores de cabeza?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Le tiemblan los dedos de las manos (temblor distal)?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Tiene temblores, le impiden escribir, comer, vestirse, entre otros?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Presenta pinchazos u hormigueos en las extremidades?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>
¿Ha presentado parálisis facial?	N <input type="checkbox"/>	AV <input type="checkbox"/>	CF <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>

#### 5. EXÁMEN VISUAL

Presenta problemas de Visión? Sí  No  Cuáles \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### 6. EXÁMEN AUDITIVO

Presenta problemas auditivos? Sí  No  Cuáles \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### 7. EXÁMEN DE COORDINACIÓN

Naríz - Dedo: Positivo  Negativo  Palmas - Piernas: Positivo  Negativo   
Talón - canilla derecha: Positivo  Negativo  Talón - canilla izquierda: Positivo  Negativo

#### 8. SALUD ORAL

Inflamación de las encías: Si  No  Aumento de la salivación: Si  No   
Sangrado de las encías: Si  No  úlceras bucales: Si  No   
Sabor metálico: Si  No  Número de calzas totales: \_\_\_\_\_

#### 9. OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



DATOS GENERALES PARA LA DETERMINACIÓN DE HÁBITOS ALIMENTICIOS DE PERSONAS EN LA AMAZONIA COLOMBIANA

**10. HÁBITOS ALIMENTICIOS**

**a. Cuáles son los principales alimentos consumidos por ustedes?**

Alimento	Veces / día			Veces / semana		
	Desayuno	Almuerzo	Cena	1-2	3-5	6-7
Leche y sus derivados						
Huevos						
Carne de res						
Carne de cerdo						
Pollo						
Hígado						
Pescado de río						
Atún						
Granos (fríjol, arveja, lenteja)						
Verduras						
Cereales						
Arepa						
Arroz						
Espaguetis						
Ensalada						
Galletas						
Pan						
Sopa						
Papa						
Yuca						
Ñame						
Plátano						
Otros Alimentos	Veces / día			Veces / semana		
	Desayuno	Almuerzo	Cena	1-2	3-5	6-7

**b. Qué frutas consume y en que cantidad?**

Fruta	Cantidad a la semana	Fruta	Cantidad a la semana

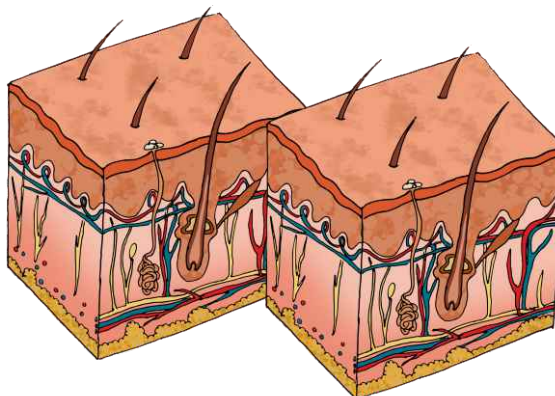


## El cabello

El cabello es un tejido excretor para los elementos minerales tanto esenciales, como no esenciales potencialmente tóxicos.

En general, la cantidad de elementos minerales incorporados de forma irreversible en el cuero cabelludo es proporcional a la concentración de los mismos en otros tejidos del organismo.

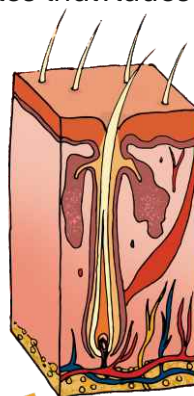
De esta forma, el análisis de elementos minerales en el cabello proporciona un test de tamizaje para determinar su presencia en los individuos (OMS y PNUMA, 2008; Olivero et al., 2002).



### ¿Porqué se acumula el mercurio en el cabello?

Las células que se encuentran en la matriz del folículo del cabello, tienen la capacidad de fijar fielmente los oligoelementos esenciales y tóxicos, luego del proceso de exposición.

Durante la fase de crecimiento estas células están expuestas a un ambiente metabólico interno. En la medida que el cabello crece, aproximadamente 1 cm al mes, las células encierran en su interior los productos metabólicos acumulados durante este período (Berglund et al., 2005).





### Preparación para el Análisis

Para someterse a esta prueba los voluntarios no requieren realizar ningún tipo de preparación.



### Por qué es fácil tomar la muestra?

Porque se puede realizar a cualquier hora, de forma rápida e higiénica sin previa preparación



### Quién puede tomar la muestra de cabello?

La toma de muestra deberá efectuarse por personal debidamente entrenado en este procedimiento.



# Materiales requeridos para la toma de muestra de cabello

 <p>Elementos de corte</p> <p>Tijeras de cerámica</p>	 <p>Afeitadora</p>	 <p>Para el almacenamiento de muestras (rotulados)</p>	
 <p>Cinta adhesiva Para fijar las muestras</p>	 <p>Alcohol</p> <p>Para limpiar las tijeras entre muestra y muestra</p>		
 <p>Guantes</p>  <p>Gorros</p>		<p>Para identificar las muestras (con un código)</p>	 <p>Rotulador</p>
<p>Taba boca</p> 	<p>Consentimiento informado</p> 	<p>Autorización para la toma de muestra</p>	
<p>Elementos de protección personal</p>		<p>Protocolo</p>	



## Toma de muestra

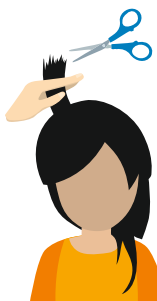
La toma de muestra debe efectuarse por personal debidamente entrenado en esta operación.



1. Antes del procedimiento el voluntario deberá recibir todas las indicaciones e implicaciones del análisis. Al iniciar, la persona permanecerá sentada cómodamente, mientras el encargado de la recolección de la muestra se ubicará en la parte posterior a el.



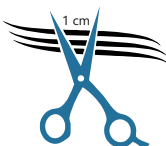
2. La persona que tomará la muestra deberá lavarse las manos antes de proceder a la colección y usar guantes adecuados, gorro y tapaboca.



3. El corte deberá ser realizado empleando tijeras previamente limpiadas con algodón embebido en alcohol.

4. Suavemente serán tomadas varias hebras de cabello entre los dedos índice y medio.

5. El corte será realizado lo más cerca posible del cuero cabelludo.



6. Una hebra de cabello de 1 cm de largo será suficiente para realizar el análisis.

7. Las hebras cortadas serán agrupadas formando un mechón, el cual será colocado dentro de un sobre blanco, fijando el mismo con cinta pegante sobre el extremo mas cercano al cuero cabelludo. Luego se procederá a cerrar el sobre previamente rotulado empleando un código para cada muestra y la fecha de muestreo, para luego ser sellado (Olivero et al., 2001; Olivero et al., 2007)

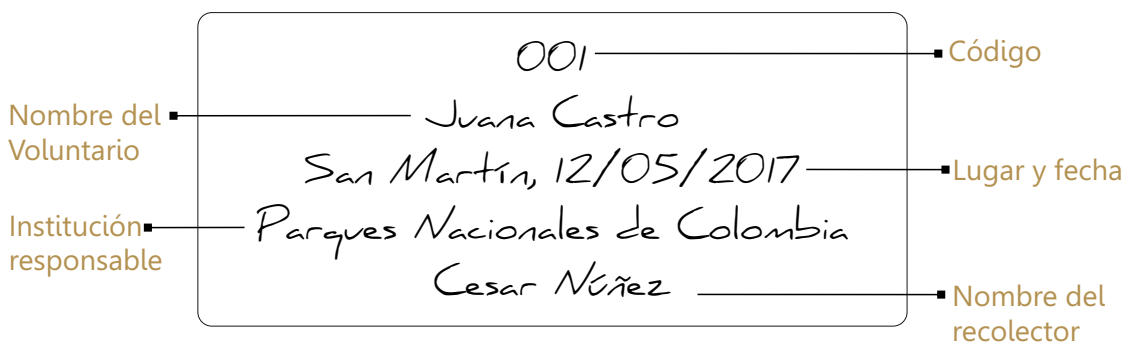






## Forma correcta de etiquetar las muestras


Las muestras serán dispuestas en un contenedor (sobre) libre de humedad para ser transportadas al laboratorio hasta su posterior análisis.






## Esquema de procedimiento general

1 Toma de cabello lo más cercano al cráneo




2 Hacer el corte de la muestra con tijeras



3 Depositar la muestra dentro de sobres limpios



4 Rotular debidamente la muestra para el transporte al laboratorio



001  
Juana Castro  
San Martín, 12/05/2017  
Parques Nacionales de Colombia  
Cesar Méndez



## Nota importante

1. Si la persona tiene poco cabello, la toma de muestra igualmente será realizada en la zona occipital, pero dejando caer los fragmentos cortados (con tijeras o cuchilla de afeitar) directamente en el sobre.





## Referencias

Berglund, M., Lind, B., Bjömerg, K., Palm, B., Einarsson, Ö., Vahter, M. 2005. Inter-individual variation of human mercury exposure biomarkers: a cross-sectional assessment. *Environmental Health* 4:20.

NRC (National Research Council). 2000. *Toxicological Effects of Methylmercury*. Washington, DC: National Academy Press. p 31-71.

Olivero, J., Johnson, B., Arguello, E. 2002. "Human exposure to mercury in San Jorge river basin, Colombia (South America). *Science of the Total Environment*. Elsevier v.289 fasc. p.41 - 47.

Olivero, J., Mendoza, C., Mestre, J. 1995. Hair mercury levels in different occupational groups from Southern Bolívar (Colombia). *Revista De Saude Publica*. v.29 fasc.5 p. 376 – 379.

Olivero, J., Caballero, K., Marrugo, J. 2001. Relationship between Localization of Gold Mining Areas and Hair Mercury Levels in People from Bolívar, North of Colombia. *Biological Trace Element Research*. v.144 fasc.1-3 p.118 – 132.

Olivero, J., Johnson, B., Baldiris, R., Guette, J., et al. 2007. Human and crab exposure to mercury in the Caribbean coastal shoreline of Colombia: impact from an abandoned chlor-alkali plant. *Environment International* v.34 fasc.4 p.476 – 482.

OMS y PNUMA. 2008. *Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure*. Ginebra (Suiza).

Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. *Evaluación mundial sobre el mercurio*. 2002. Publicado por el PNUMA Productos Químicos. Ginebra, Suiza.

Raimann, X., Rodríguez O., Chávez, P, y Torrejón, C. (2014). Mercurio en pescados y su importancia en la salud. *Revista médica de Chile*, 142(9), 1174-1180.

Swain, E., Jakus, P., Rice, G., Lupi, F., Maxson, P., Pacyna, J. 2007. Socioeconomic consequences of mercury use and pollution. *Ambio*; 36 (1): 45-61.

## Anexo 1



### Formato para la recolección de muestras de cabello para la determinación de mercurio



Universidad  
de Cartagena  
Fundada en 1827

Ubicación Lugar	Código	Nombre	Edad	Sexo	Número de Identificación	Talla	Peso	Funcionario	Fecha

Esta es una publicación de la  
Dirección Territorial Amazonia  
de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Queda estrictamente prohibida su reproducción total o parcial  
con ánimo de lucro, por cualquier sistema o método electrónico  
sin la autorización expresa para ello.

©

Primera edición, 2018



MINAMBIENTE

GORDON AND BETTY  
**MOORE**  
FOUNDATION



Universidad  
de Cartagena  
Fundada en 1827



Grupo de Química  
Ambiental y Computacional





MINAMBIENTE



Universidad  
de Cartagena  
Fundada en 1827

GORDON AND BETTY  
**MOORE**  
FOUNDATION