



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA**



**Alcaldía de Medellín**

# MEMORIAS SEMANA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

6a Muestra de producciones académicas e investigativas de los programas de Construcciones Civiles, Ingeniería Ambiental, Arquitectura y Tecnología en Delineantes de Arquitectura e Ingeniería Y Construcción Sostenible  
03 al 11 de Noviembre de 2015

# USO POTENCIAL DEL AGUA LLUVIA SEGÚN LA INFLUENCIA DEL MATERIAL DE CUBIERTA EN LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Elisa Bustamante Alzate, Natalia Cano Rúa,

Stephania Osorio Quintero, Luisa Fernanda Parra Muñoz

*Estudiantes de Ingeniería Ambiental, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia*

*Asesores: Luis Alejandro Builes Jaramillo y María Elena González Duque*

## RESUMEN

El agua es un recurso vital y un derecho fundamental para el desarrollo de la vida sobre el planeta, este recurso en Colombia atraviesa un déficit especialmente en las poblaciones con limitados recursos económicos. Una opción para este desabastecimiento es la recolección de agua lluvia en los hogares; para esto es necesario conocer la influencia de los diferentes tipos de materiales que conforman las cubiertas de los techos.

En Colombia es habitual encontrar techos construidos con tejas de barro, losas de concreto, tejas de zinc y tejas de asbesto cemento. La influencia de estas cubiertas en el agua lluvia se determinará a través de análisis físico-químicos (turbiedad, pH, conductividad) y microbiológicos (mesofilos, hongos, Enterococos, coliformes fecales y totales).

Los resultados obtenidos en la investigación permitieron concluir que ninguna de las muestras recolectadas en los techos cumple con los parámetros de calidad de agua para consumo humano, por lo se recomienda emplear esta agua en usos diferentes o implementar un tratamiento primario si va a emplearse para el consumo humano.

**Palabras claves:** Desabastecimiento, Agua lluvia, cubiertas de techo, teja de barro, teja de zinc, teja de concreto, teja de asbesto-cemento.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo humano, 1.100 millones de habitantes de países en desarrollo carece de acceso adecuado al agua y 2.600 millones no cuentan con servicios básicos de saneamiento (2006).

### A NIVEL MUNDIAL

En el 2050, con tres mil millones más de seres humanos, se necesitará de un 80 % más de agua tan sólo para el alimento, mientras que el planeta para ese año habrá perdido 18.000 kilómetros cúbicos de agua dulce.

(Naciones Unidas, 2009)

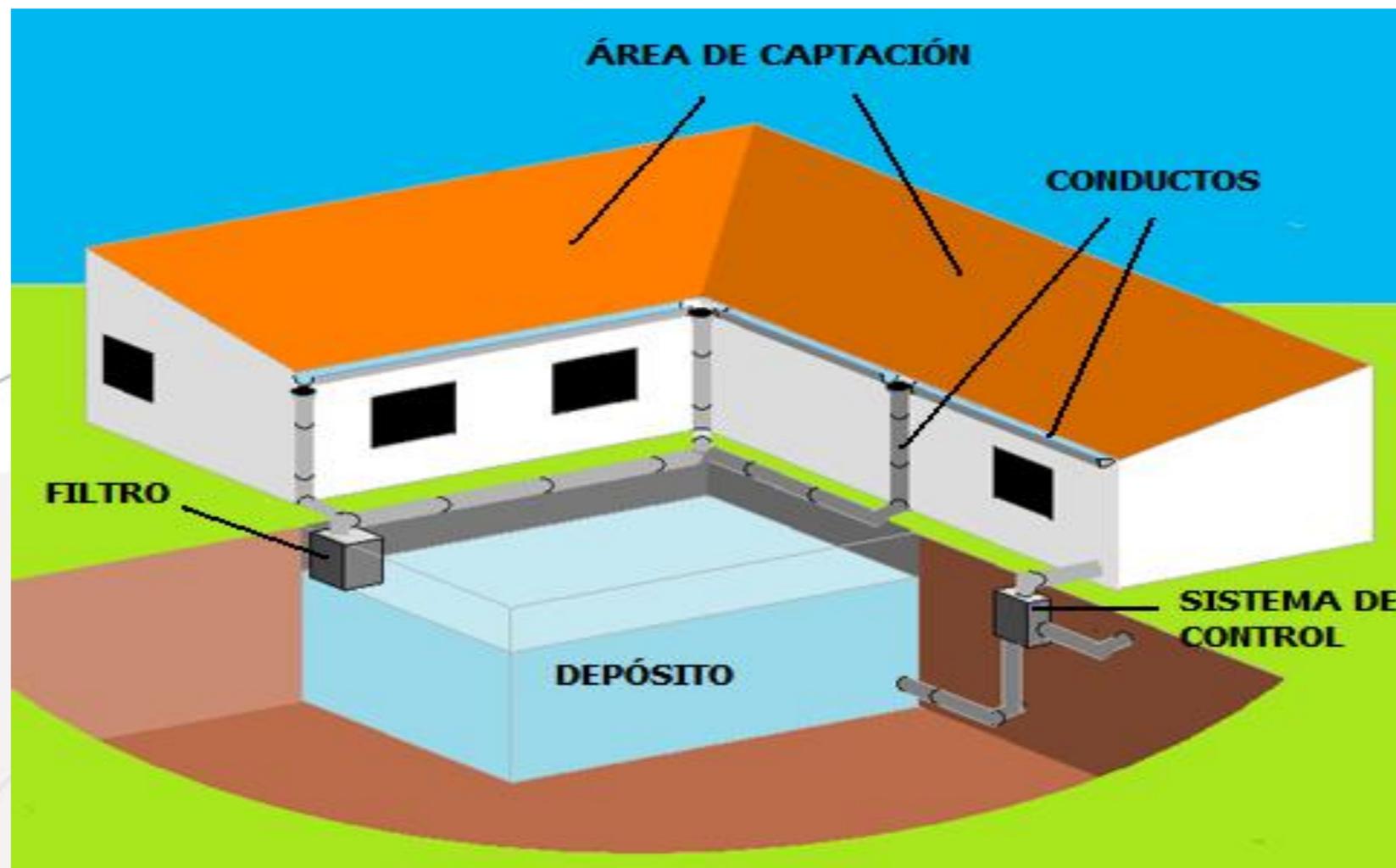
# A NIVEL NACIONAL

Cada colombiano  
dispone de 34.000  
 $m^3$  de agua al  
año.

En el 2020 la  
cifra se  
reducirá en  
1.890  $m^3$  por  
persona.

(EL TIEMPO, 2014)

Una opción de suministro de agua para las poblaciones vulnerables en Colombia, es el aprovechamiento de agua lluvia para usos cotidianos domésticos.



Fuente: [www.veranoinstalaciones.com](http://www.veranoinstalaciones.com)

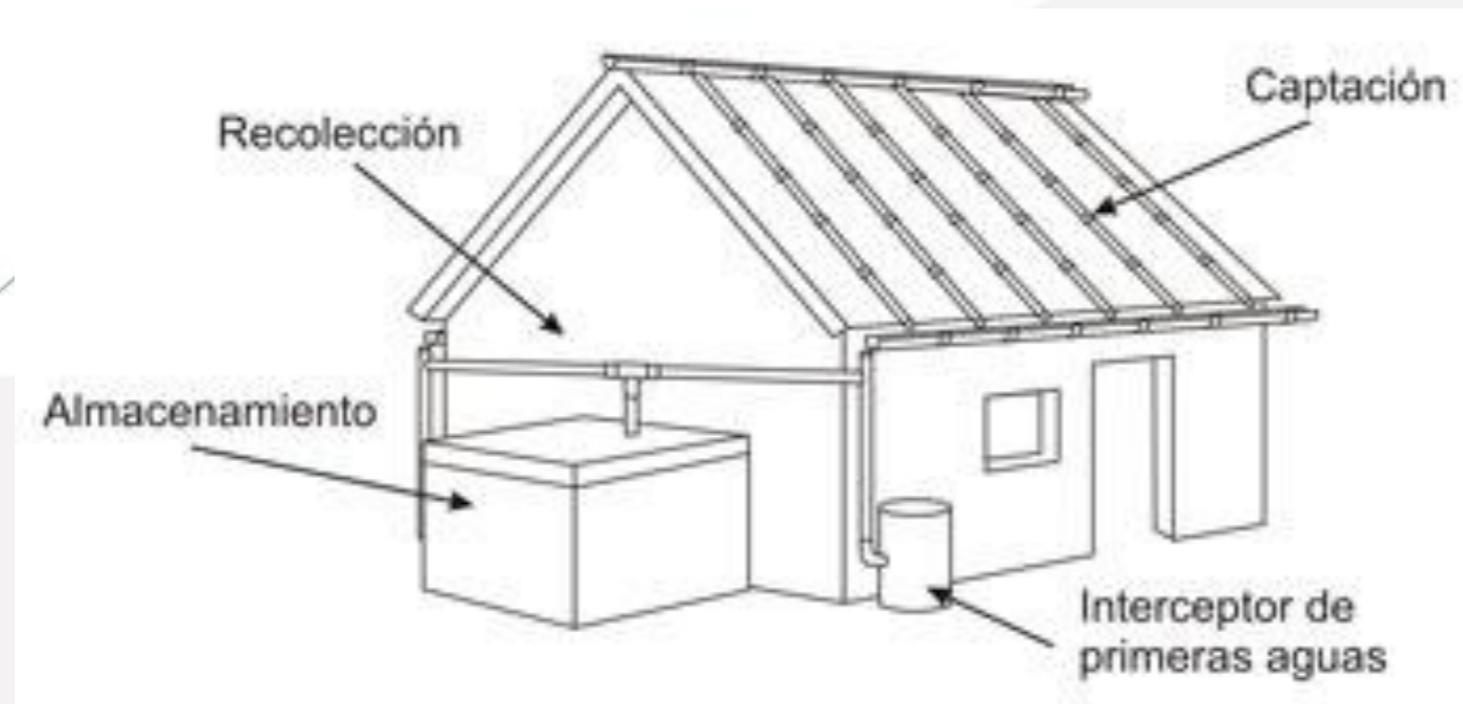
El país es rico en disponibilidad de agua lluvia, gracias a la estratégica ubicación geográfica en medio de dos mares, por encontrarse dentro de la zona tropical del planeta tierra, con la influencia del bosque amazónico y sistemas climáticos como la zona de convergencia intertropical.

(Poveda, 2004)



Fuente: [www.imatedores.com](http://www.imatedores.com)

## LIMITACIONES PARA LA CAPTACION DE AGUA LLUVIA



Fuente: [www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org)

## JUSTIFICACION

Esta investigación surge a raíz de la necesidad de conocer como los diferentes tipos de cubierta de los techos, afecta la calidad del agua lluvia, susceptible de ser utilizada para el consumo humano, la cual es recolectada como medio alternativo para suplir las necesidades básicas de agua potable, en poblaciones con limitado acceso al recurso, ya sea por falta de infraestructura o limitados recursos económicos.

# METODOLOGÍA

## 1. Sitio de Estudio

Los techos a escala piloto son contruidos en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, un lugar óptimo debido a que está libre de obstaculización arbórea, lo que permite la caída directa del agua.



## METODOLOGÍA

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1. Cubiertas

Teja de barro



Fuente: [www.bibliocad.com](http://www.bibliocad.com)

Teja de Zinc



Fuente: [www.almacencanaima.com](http://www.almacencanaima.com)

Teja de Asbesto



Fuente: [www.ruedasnegocios.com](http://www.ruedasnegocios.com)



Fuente: [spanish.alibaba.com](http://spanish.alibaba.com)

## METODOLOGÍA

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2. Toma de Muestras y Métodos Analíticos

- Tras un evento de precipitación, el agua almacenada, se envasa en un frasco de plástico, transparente y debidamente rotulado, se lleva al laboratorio y se conserva en neveras, para su posterior análisis.
- Se miden parámetros físico-químicos y microbiológicos siguiendo el Standard Methods. Posterior a ello se realiza la comparación de resultados con la Resolución N° 2115, 2007 “Calidad del agua para consumo humano”

## METODOLOGÍA

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3. Equipos

Los equipos empleados para la medición de los parámetros son:

- pH metro
- Conductivímetro
- Turbidímetro

Parámetros físico-químicos

Coliformes Totales y Fecales

Mesofilos

Hongos

Parámetros  
Microbiológicos

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

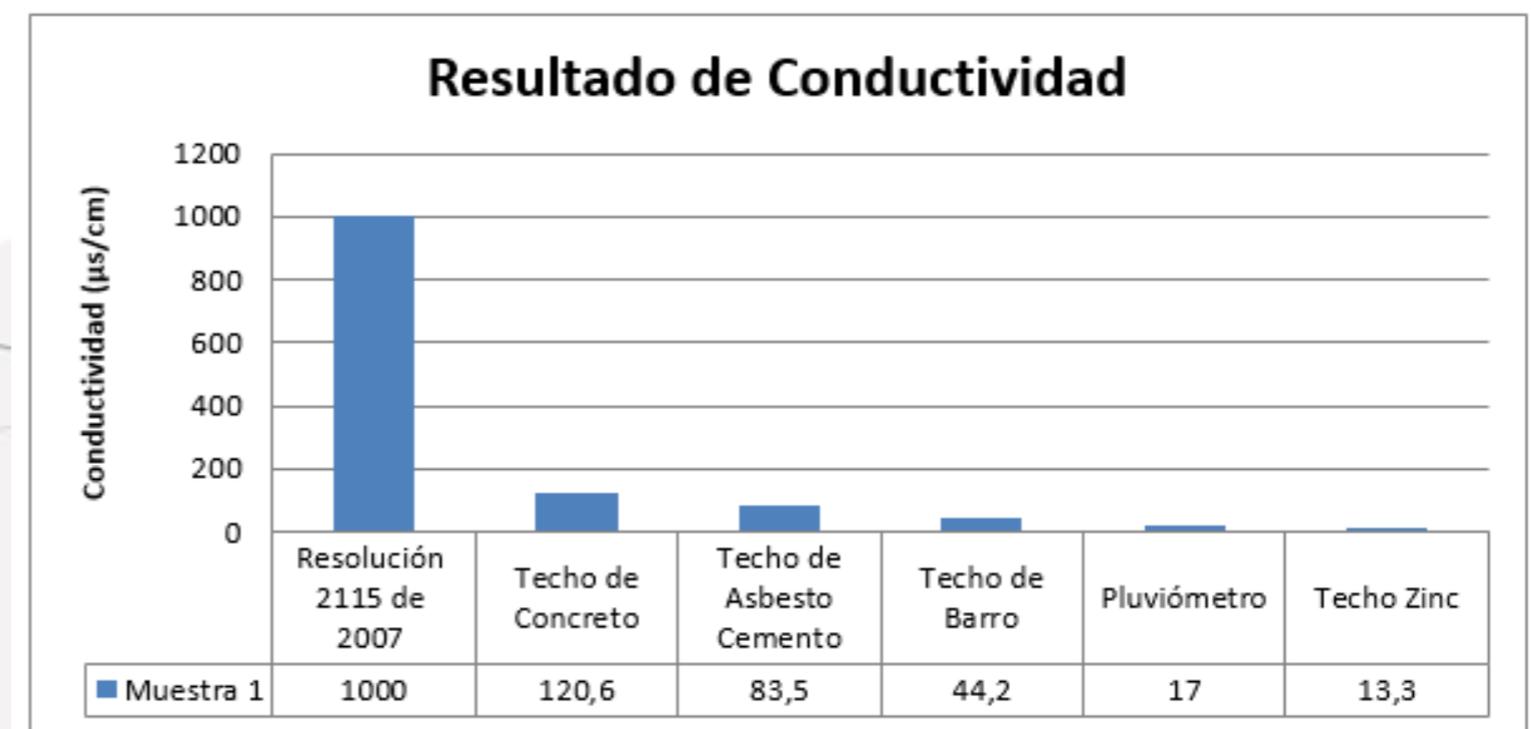
### 1. PARAMETROS FISICO QUIMICOS

#### Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

Valor máximo permisible según la Resolución 2115 de 2007

1000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

Techo	Muestra ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )
Techo Zinc	13.3
Techo de Barro	44.2
Techo de Concreto	120.6
Techo de Asbesto Cemento	83.5
Pluviómetro	17.0



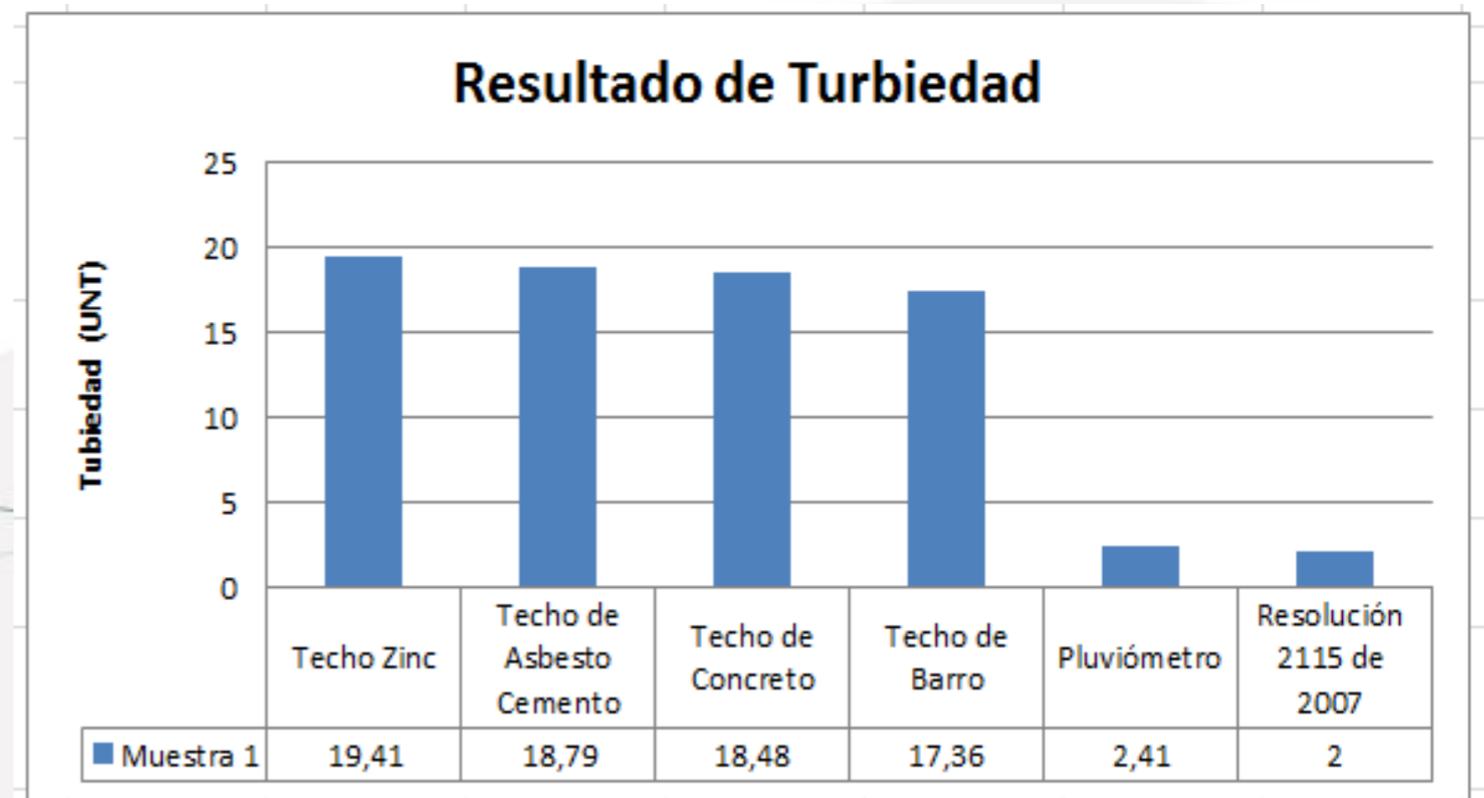
## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Turbiedad (UNT)

Valor máximo permisible según la Resolución 2115 de 2007

2 UNT

Techo	Muestra (UNT)
Techo Zinc	19.41
Techo de Barro	17.36
Techo de Concreto	18.48
Techo de Asbesto Cemento	18.79
Pluviómetro	2.41



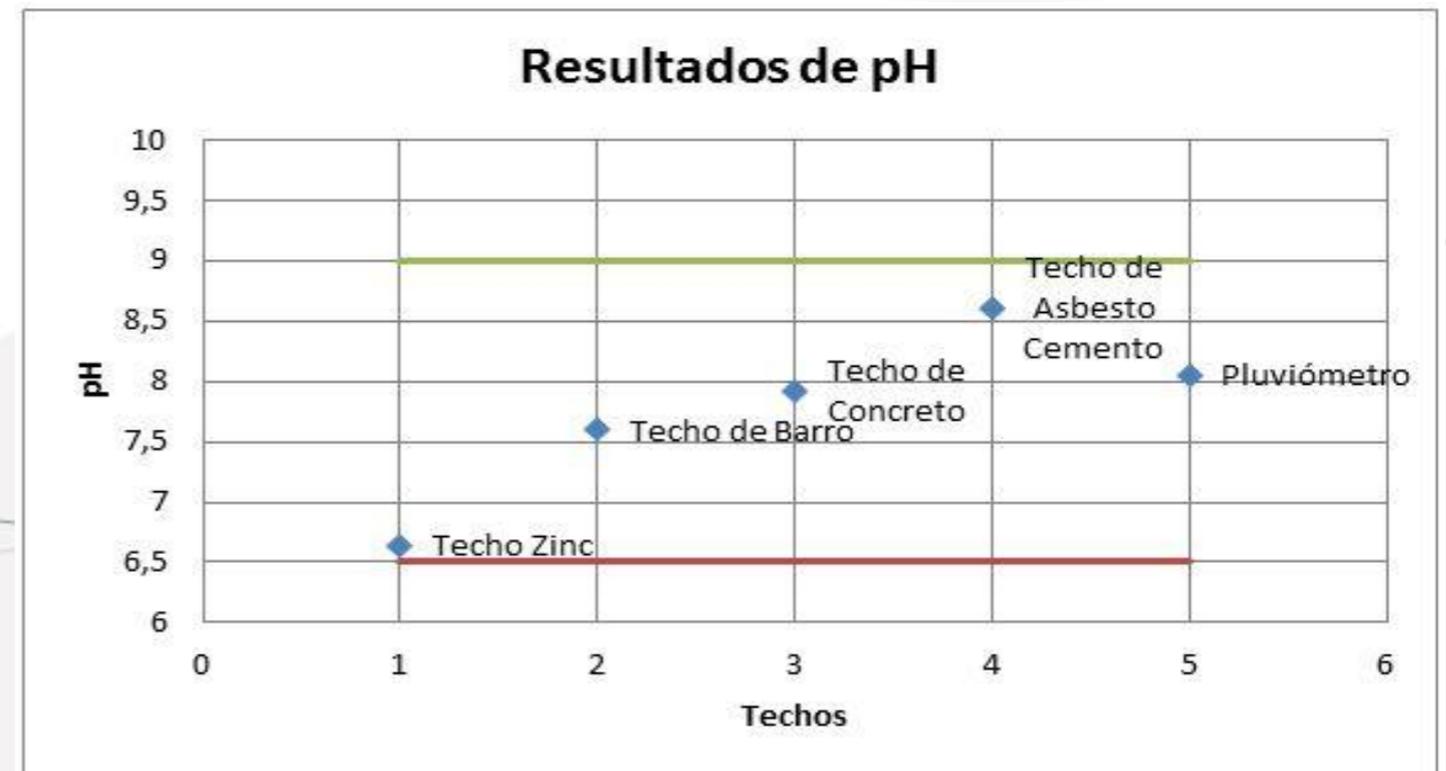
## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Potencial de Hidrogeno (pH)

Valor máximo permisible según la Resolución 2115 de 2007

6,5 a 9.

Techo	Muestra
Techo Zinc	6.64
Techo de Barro	7.60
Techo de Concreto	7.92
Techo de Asbesto Cemento	8.61
Pluviómetro	8.05



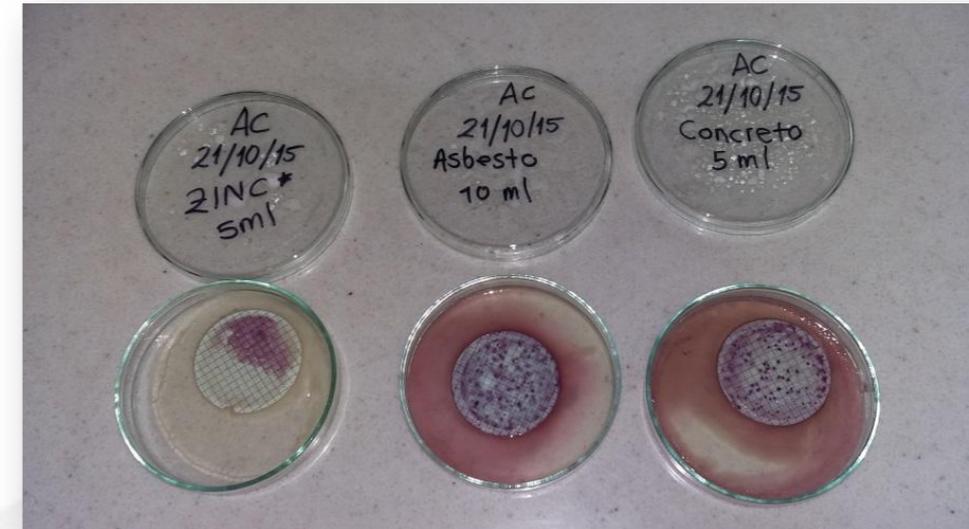
## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

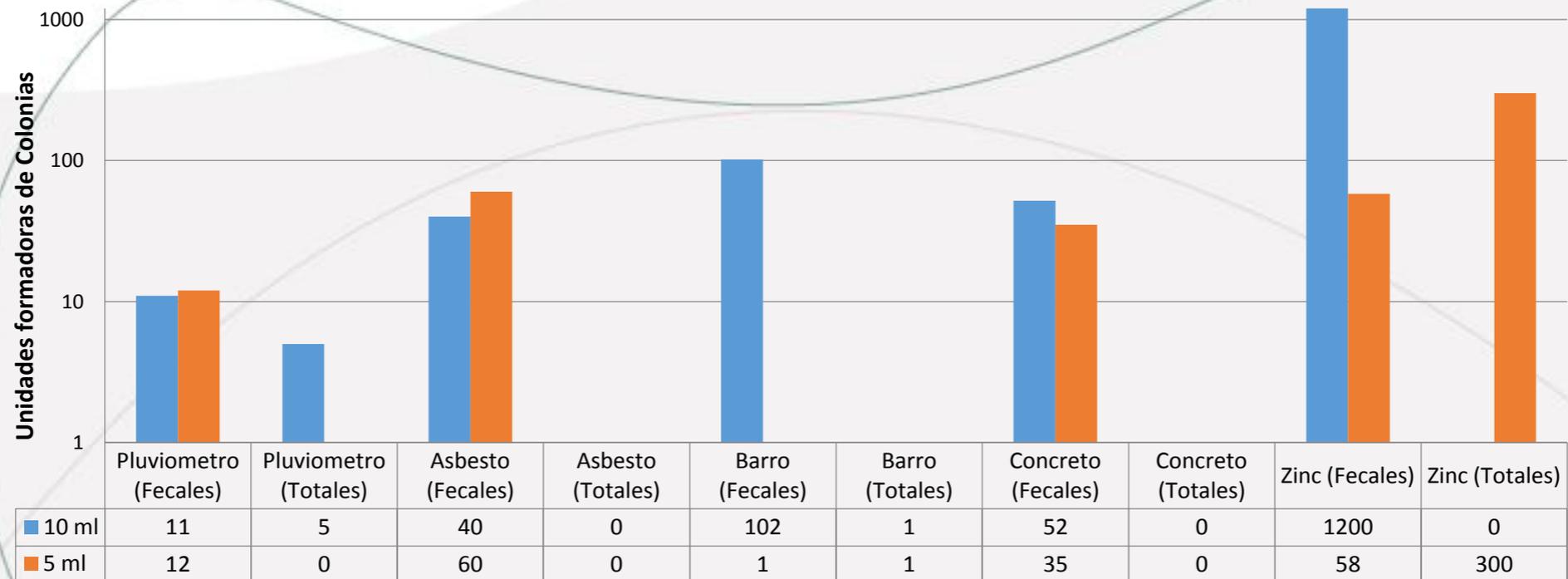
#### Coliformes Totales y Fecales (UFC)

Valor máximo permisible según la Resolución 2115 de 2007

0 UFC



Resultados de Coliformes totales y fecales



## RESULTADOS Y ANÁLISIS

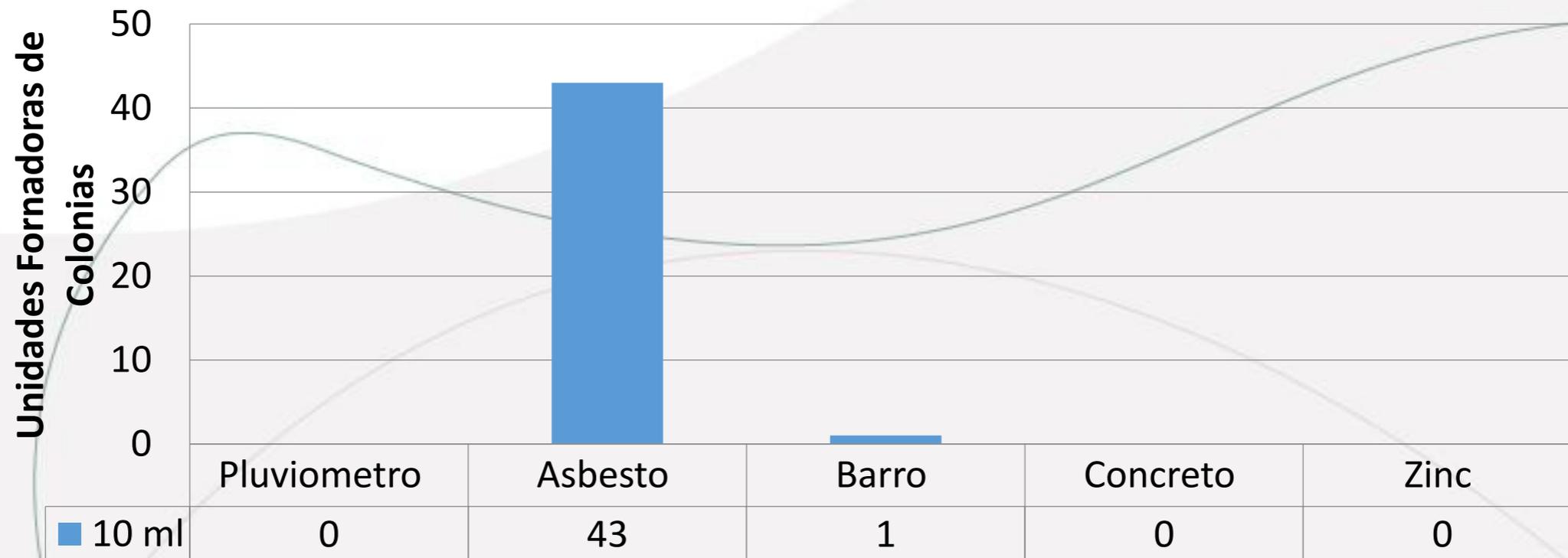
### Enterococos (UFC)

Valor máximo permisible según la Resolución 2115 de 2007

0 UFC



### Resultados de Enterococos



## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Mesofilos (UFC)

Valor máximo permisible según la Resolución 2115 de 2007

0 UFC

PLATE COUNT (PC)		
Muestra		Colonia Mesófilos
Pluviometro	10 ml	Incontable
Pluviometro	5 ml	Incontable
Asbesto	10 ml	Incontable
Asbesto	5 ml	Incontable
Barro	10 ml	Incontable
Barro	5 ml	Incontable
Concreto	10 ml	Incontable
Concreto	5 ml	Incontable
Zinc	10 ml	Incontable
Zinc	5 ml	Incontable

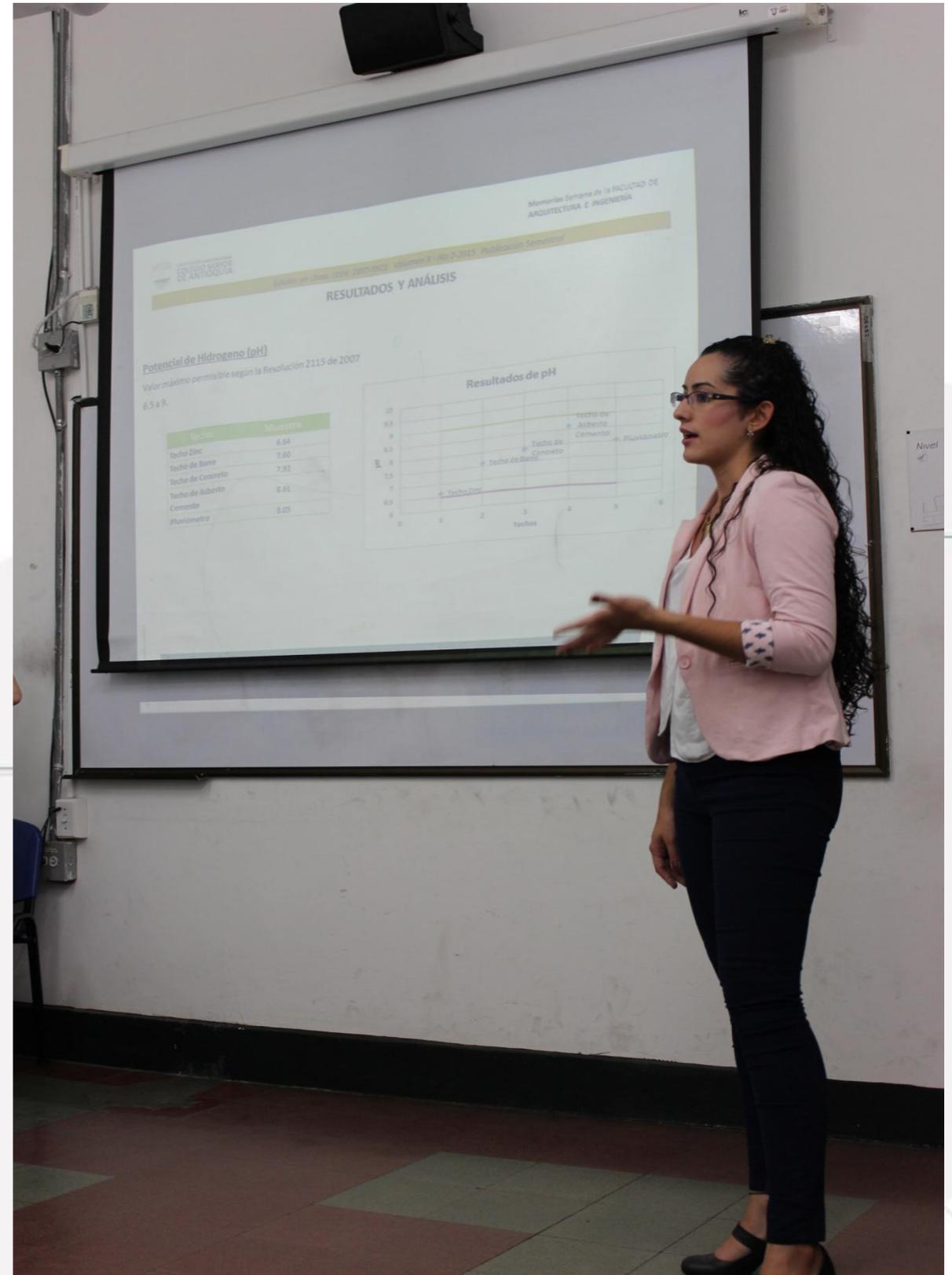
## RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos no es recomendable emplear esta agua para el consumo humano debido a que hay diversos factores que interfieren en la calidad de la misma, por lo tanto su uso potencial sería en actividades cotidianas diferentes. En caso de que el agua desee emplearse para consumo humano se recomienda:

1. Que la vivienda este alejada de arboles que le aporte acumulación de materia orgánica al techo.
2. Limpieza periódica del sistema de captación.
3. Implementar un tratamiento primario que incluye alternativas como:
  - **Cribado:** Retención de sólidos
  - **Método de Sodis:** Es una solución simple, de bajo costo y ambientalmente sostenible para el tratamiento de agua de consumo humano a nivel doméstico, en lugares en los que la población consume agua cruda y microbiológicamente contaminada. El método de Sodis usa la energía solar para destruir los microorganismos patógenos que causan enfermedades transmitidas por el agua mejorando la calidad del agua.

## BIBLIOGRAFIA

- ATSDR. (2005). Zinc. Estados Unidos: Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.
- EL TIEMPO. (2014). Cruzada por el agua. Huella Social, 62.
- IDEAM. (2014). Precipitación Media Anual . Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.
- Lee, J; Bak, G; Han, M. (2011). Quality of roof-harvested rainwater e Comparison of different roofing materials. Environmental Pollution, 162, 422–429.
- Meierhofer, R; Wegelin, M. (2003). Desinfección Solar del Agua . octubre 26, 2015, de Sodis Fundación Sitio web: [www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/.../manual\\_s.pdf](http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/.../manual_s.pdf)
- Naciones Unidas. (2006). Informe sobre desarrollo humano . New York : Mundi-Prensa Libros, s.a.
- Naciones Unidas . (2009). El vivir bien como respuesta a la crisis global . Bolivia : Alainet.
- Poveda, G. (2004). La hidroclimatología de Colombia: Una síntesis desde la escala interdecadal hasta la escala diurna. Revista Académica Colombia Científica, 1, 201-222.
- Resolución N° 2115. Ministerio de la Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia, 22 de junio de 2007.
- Sánchez, L; Caicedo, E. (2006). Uso del agua lluvia en la Bocana- Buenaventura. Conferencia Internacional, 1, 143-151.
- Yáñez, M; Acevedo, K. (2013). El acceso al agua para consumo humano en Colombia. Revista de Economía Institucional, 1, 125-148.



# GRACIAS

Organizadora y Compiladora del Evento  
Olgalicia Palmett Plata  
Noviembre de 2015



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA



Alcaldía de Medellín

