



# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA

## CARRERA DE INGENIERÍA PETROQUÍMICA

**ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE COBRE, NÍQUEL, PLOMO Y CADMIO EN MUESTRAS DE SUELO BAJO INFLUENCIA DE EFLUENTES DE TRES TIPOS DE INDUSTRIAS EN LA CIUDAD DE LATACUNGA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA A LA LLAMA**

**AUTOR: CELA JÁCOME, JESSENIA JHOMARA**

**DIRECTOR: URRUTIA GOYES, EDGAR RICARDO, PhD**





## INTRODUCCIÓN

## METODOLOGÍA

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# Introducción

**Metales pesados en el suelo.**

**Ciudad de Latacunga y el sector industrial.**

**Análisis químicos aplicados al estudio de los suelos.**



# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

- Analizar la concentración de cobre, níquel, plomo y cadmio en muestras de suelo bajo influencia de efluentes de tres tipos de industrias en la ciudad de Latacunga mediante la utilización de espectroscopía de absorción atómica a la llama.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Obtener muestras de suelos** con influencia directa por tres **zonas industriales** de la Ciudad de Latacunga para determinar la presencia de cobre, níquel, plomo y cadmio.
- Aplicar un **pretratamiento** a cada muestra de suelo obtenida para **clasificarlas** según el tamaño de partícula del suelo y su posterior análisis por espectroscopía de absorción atómica a la llama.
- **Analizar** la concentración de cobre, níquel, plomo y cadmio para cada muestra de suelo obtenida mediante la utilización de **espectroscopía de absorción atómica a la llama**.
- Determinar en qué **tamaño de partícula** de suelo existe mayor concentración de cobre, níquel, plomo y cadmio para establecer la relación y tendencia existente entre la concentración de los metales mencionados y el tamaño de partícula.
- Determinar las áreas con influencia de efluentes industriales en la Ciudad de Latacunga que presentan valores superiores a los límites máximos permisibles establecidos en leyes y normas nacionales e internacionales para **establecer la existencia de contaminación** y su relación con el tipo de actividad realizada.



INTRODUCCIÓN

**METODOLOGÍA**

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# Metodología

## Ubicación

Ciudad de Latacunga.

5 zonas en el centro de la Latacunga con 3 localidades cada una.

1 zona rural de la ciudad de Latacunga con 4 localidades.

## Recolección de muestras

Profundidad de 10 a 20 cm.

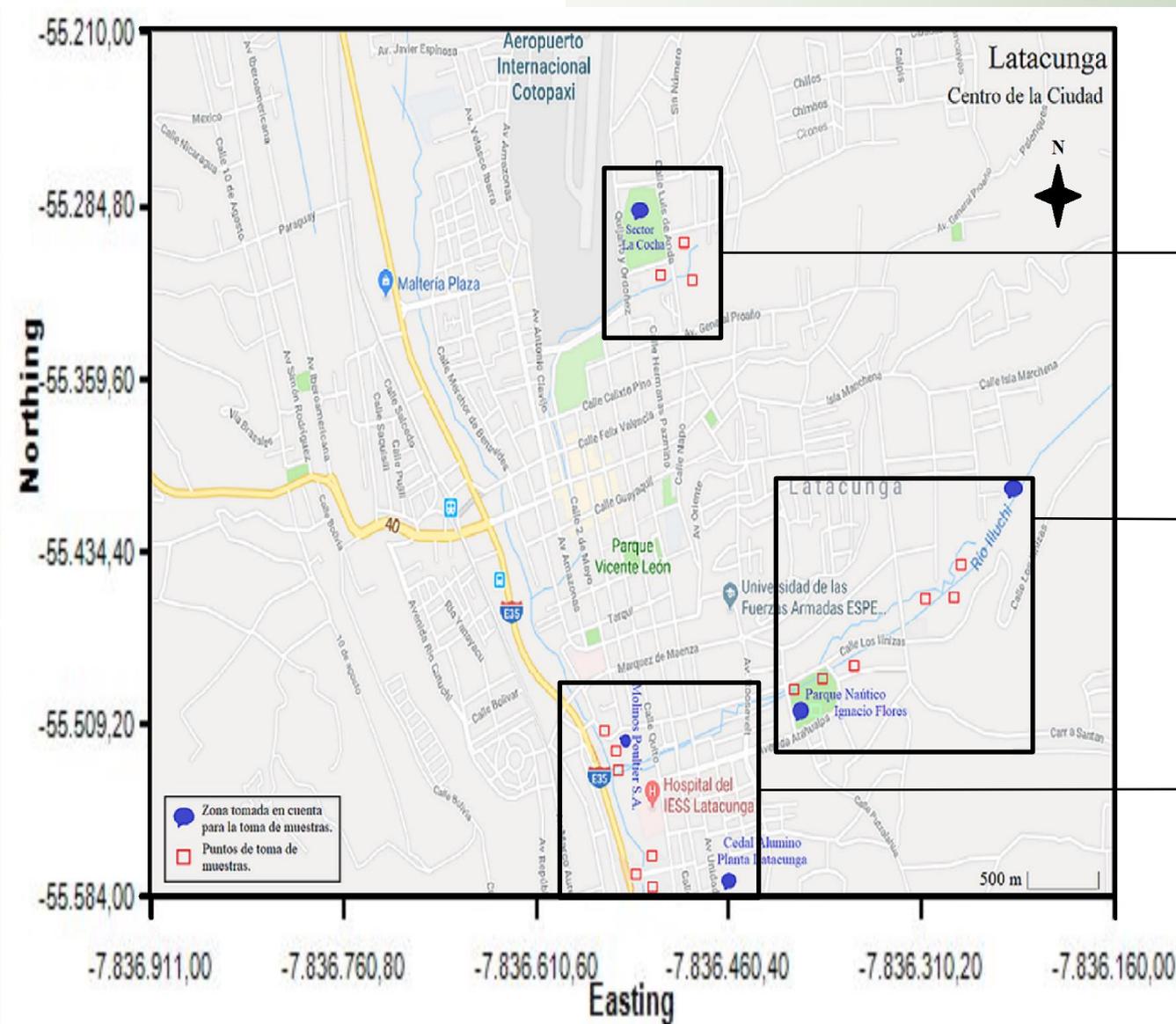
Muestras de 200 g aproximadamente.

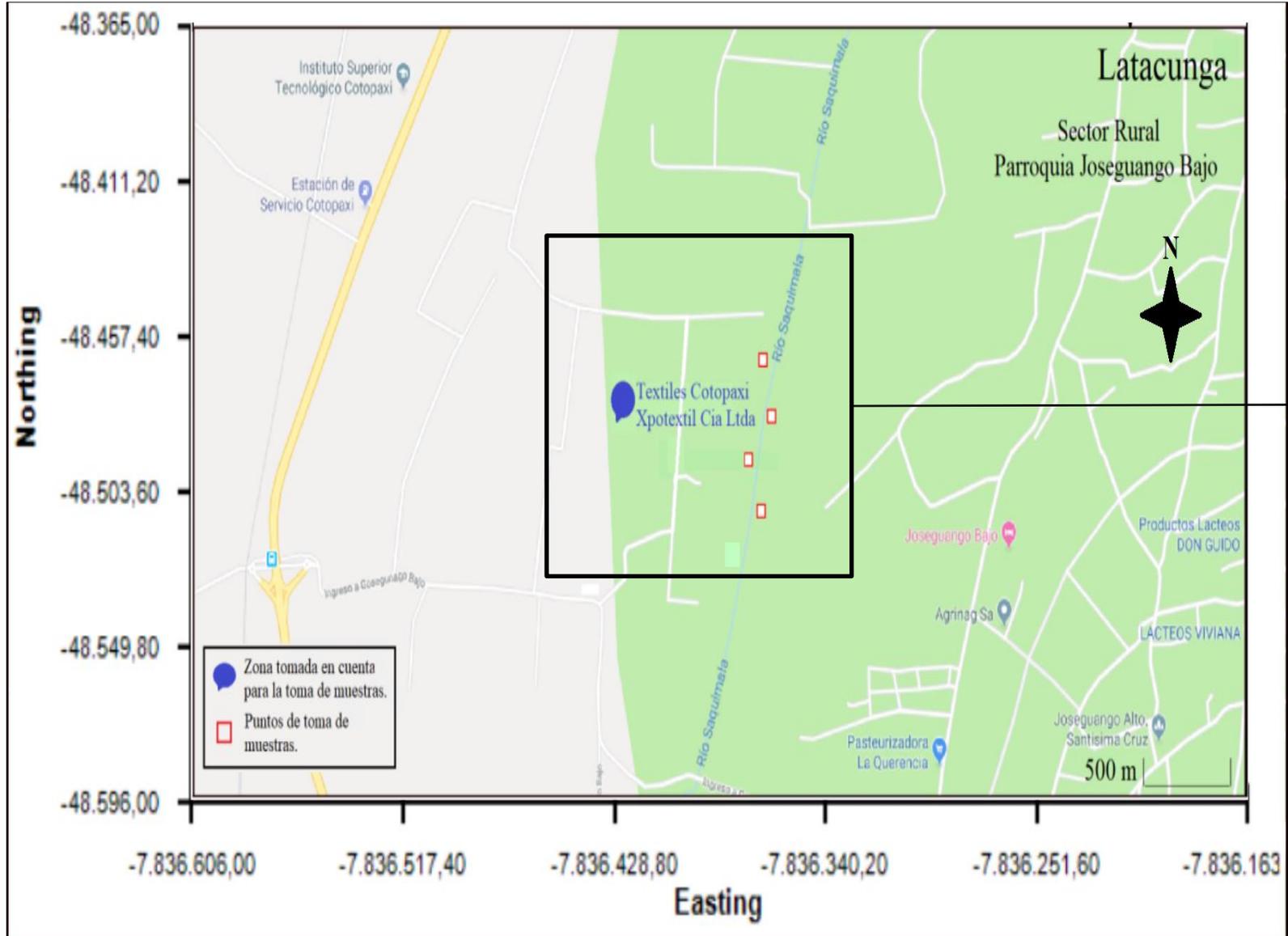
Rotulación según la zona y localidad.

## Preparación del suelo

Temperatura ambiente por 96 horas.

60 °C por 72 horas.





# Metodología basada en las normas USEPA 3050B y USEPA 3052

Cuartear y pulverizar las muestras de suelo obtenidas.

Tamizar las muestras utilizando dos tipos de malla (abertura de 38  $\mu\text{m}$  y 1,000  $\mu\text{m}$ ).

Pesar 0.1 g de muestra en una balanza analítica con precisión de 0.01 g, añadir 8 ml de  $\text{HNO}_3$  al 65%, 5 ml de  $\text{HCl}$  al 37%, 1 ml de  $\text{HF}$  al 40% y 5 ml de  $\text{H}_3\text{BO}_3$  al 5%.

Equipo de Microondas de digestión (ETHOS ONE), 2 pasos, 15 min, 200 °C, 110 °C, 45 bar y máxima potencia.

Aforar la solución obtenida del proceso de digestión a 100 ml.

# Cuantificación de metales pesados mediante Espectroscopía de Absorción Atómica a la llama

Perkin Elmer  
modelo AAnalyst  
300

- Se analizó cobre, níquel, plomo y cadmio.
- Enceró el equipo mediante la medición de agua destilada y desionizada.
- Construcción de curva de calibración mediante la lectura de soluciones estándar de 5 ppm, 15 ppm y 30 ppm.

# Análisis estadístico

- Los datos de concentración de los metales pesados en las muestras de suelo fueron procesados con el programa estadístico **MINITAB**.
- Se aplicó un diseño de **bloques completos aleatorizados** para cada metal analizado y se obtuvo el respectivo análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ) y la aplicación de la prueba *t* pareada.
- Se realizó un control de calidad mediante la medición de réplicas al azar.
- Se realizaron gráficas que relacionen las variables propuestas.

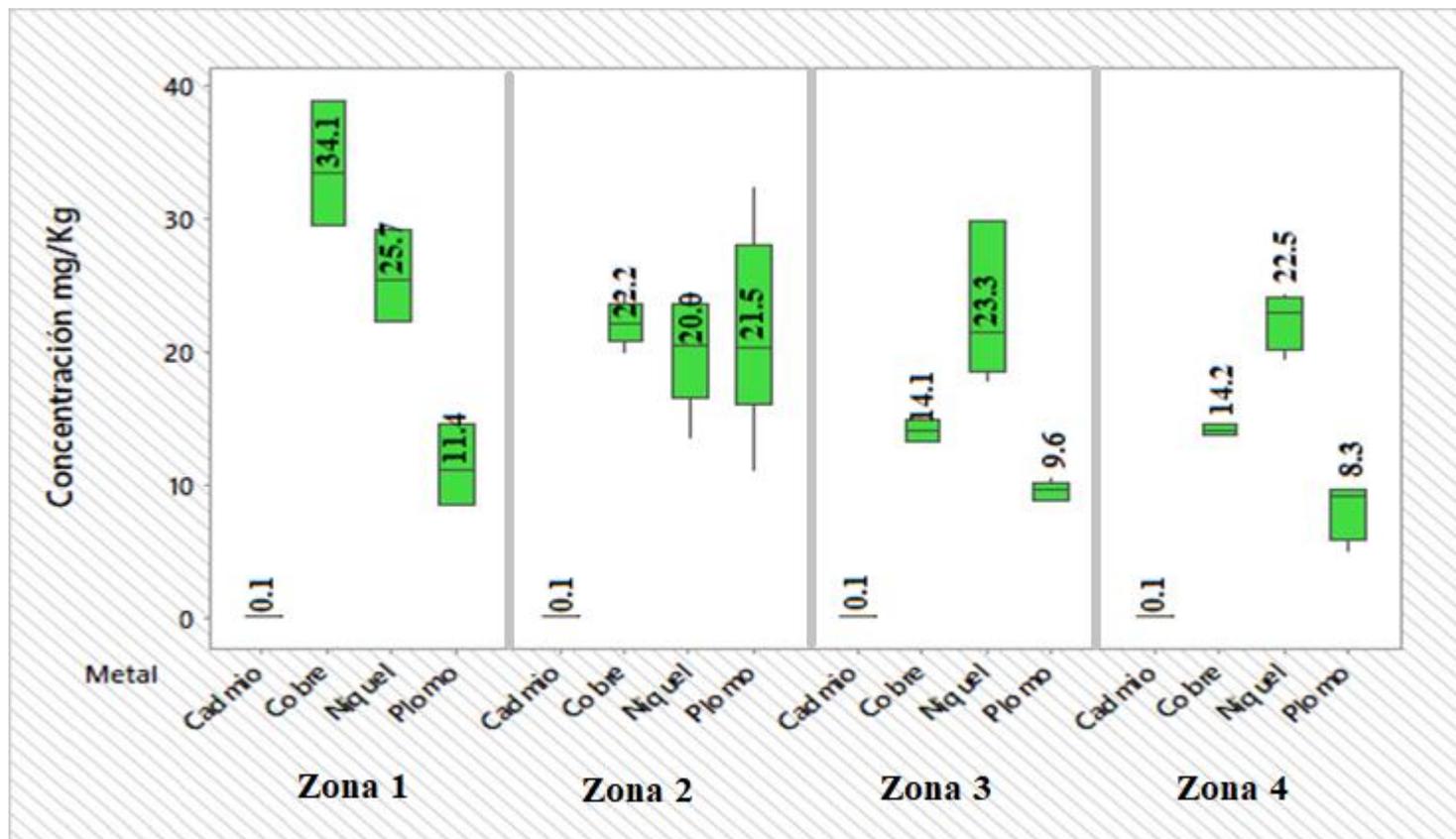
INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# Análisis de las muestras de suelo



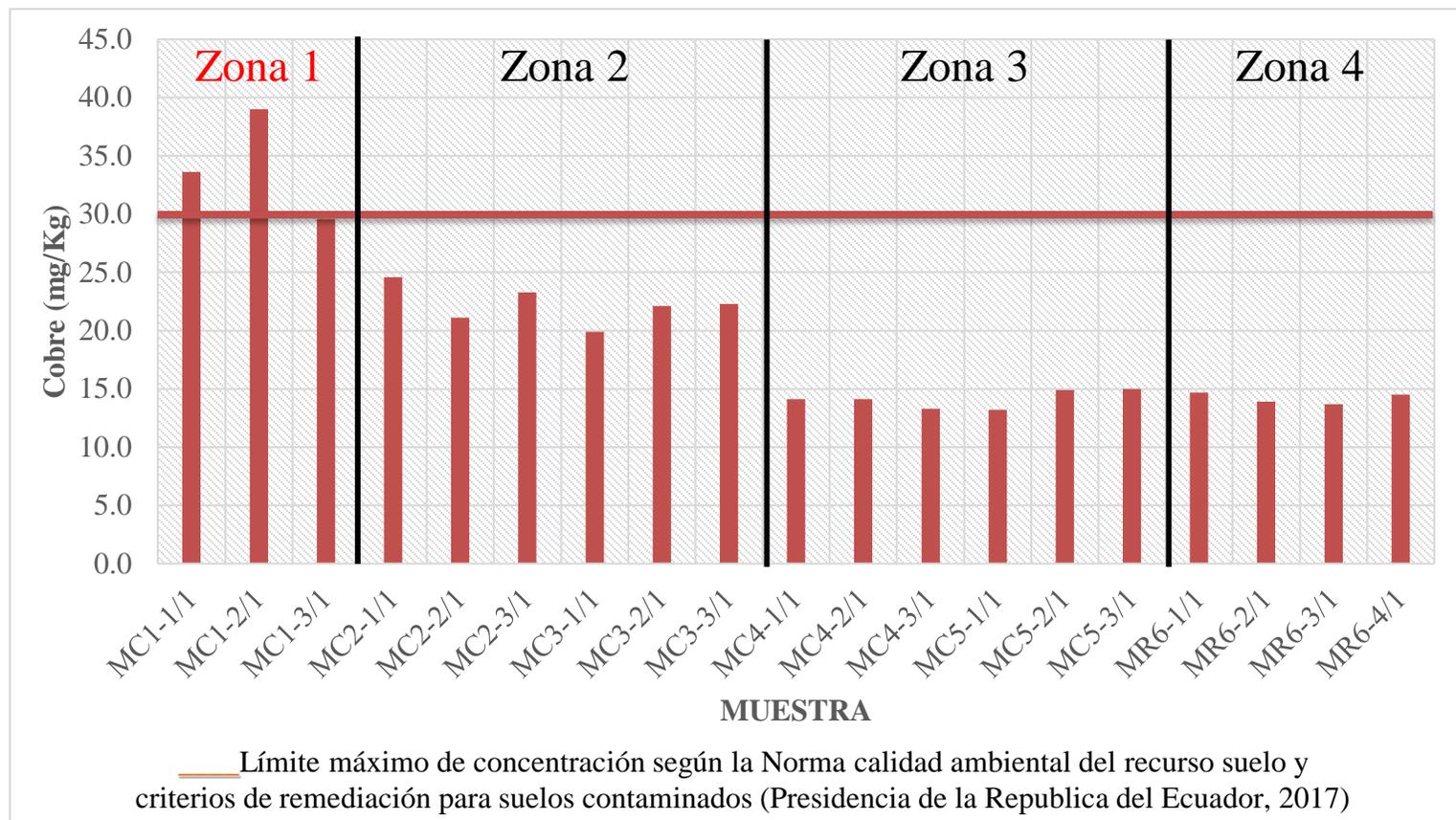
*Tabla 1.* Anova según la zona de estudio

Metal	F calculado	Valor P
<b>Cobre</b>	78.44	0.000
<b>Níquel</b>	1.35	0.296
<b>Plomo</b>	9.49	0.001

El níquel posee una distribución homogénea mientras que el cobre y el plomo una distribución heterogénea.

*Figura 1.* Media de concentración (mg/Kg) del cobre, níquel, plomo y cadmio respecto a las zonas muestreadas

# Análisis de cobre



10.53% del total de muestras sobrepasan los límites máximos de concentración.

**Figura 2.** Comparación de los resultados de la concentración de cobre en los diferentes puntos de toma de muestras

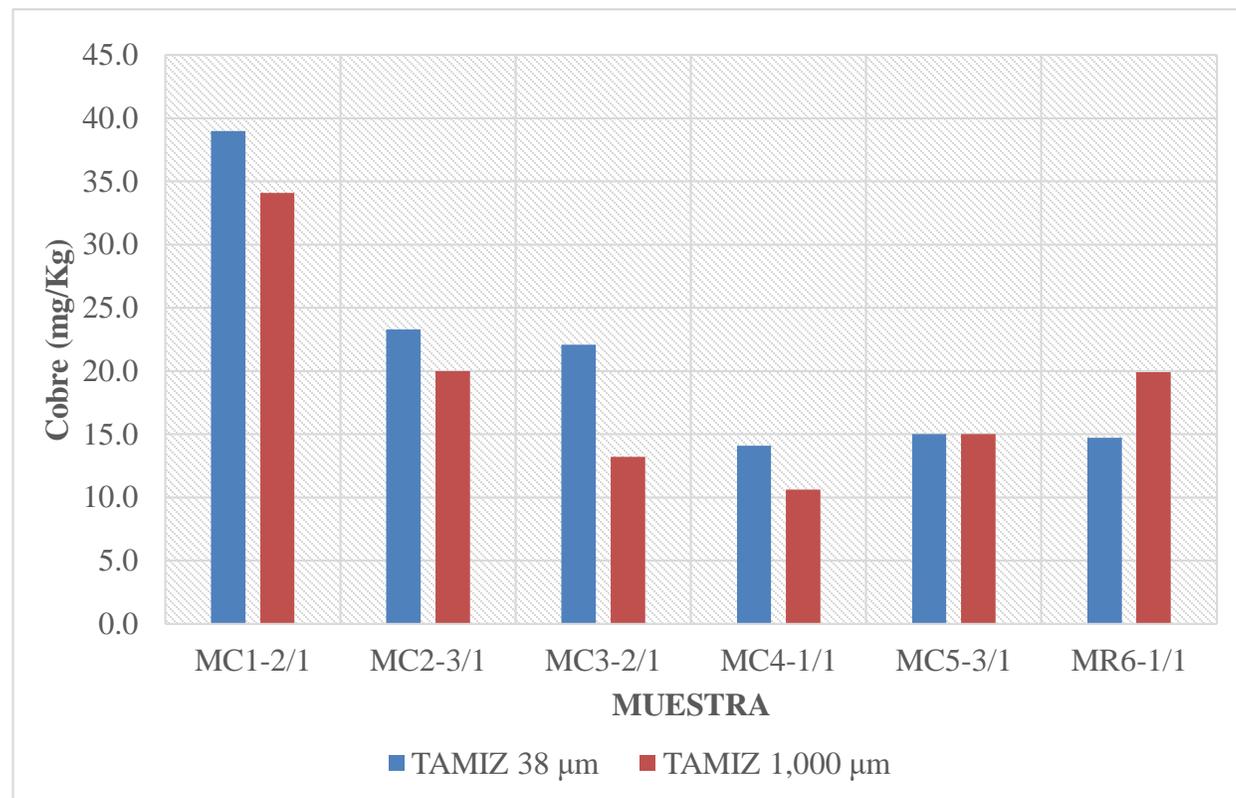
# Análisis de cobre en partículas de 38 $\mu\text{m}$ y 1,000 $\mu\text{m}$

La concentración fue menor en un 66.67%, igual en 16.67% y mayor en 16.67% del total de muestras analizadas para un tamaño de partícula de 1,000  $\mu\text{m}$ .

*Tabla 2.* Anova del cobre según el tamiz utilizado

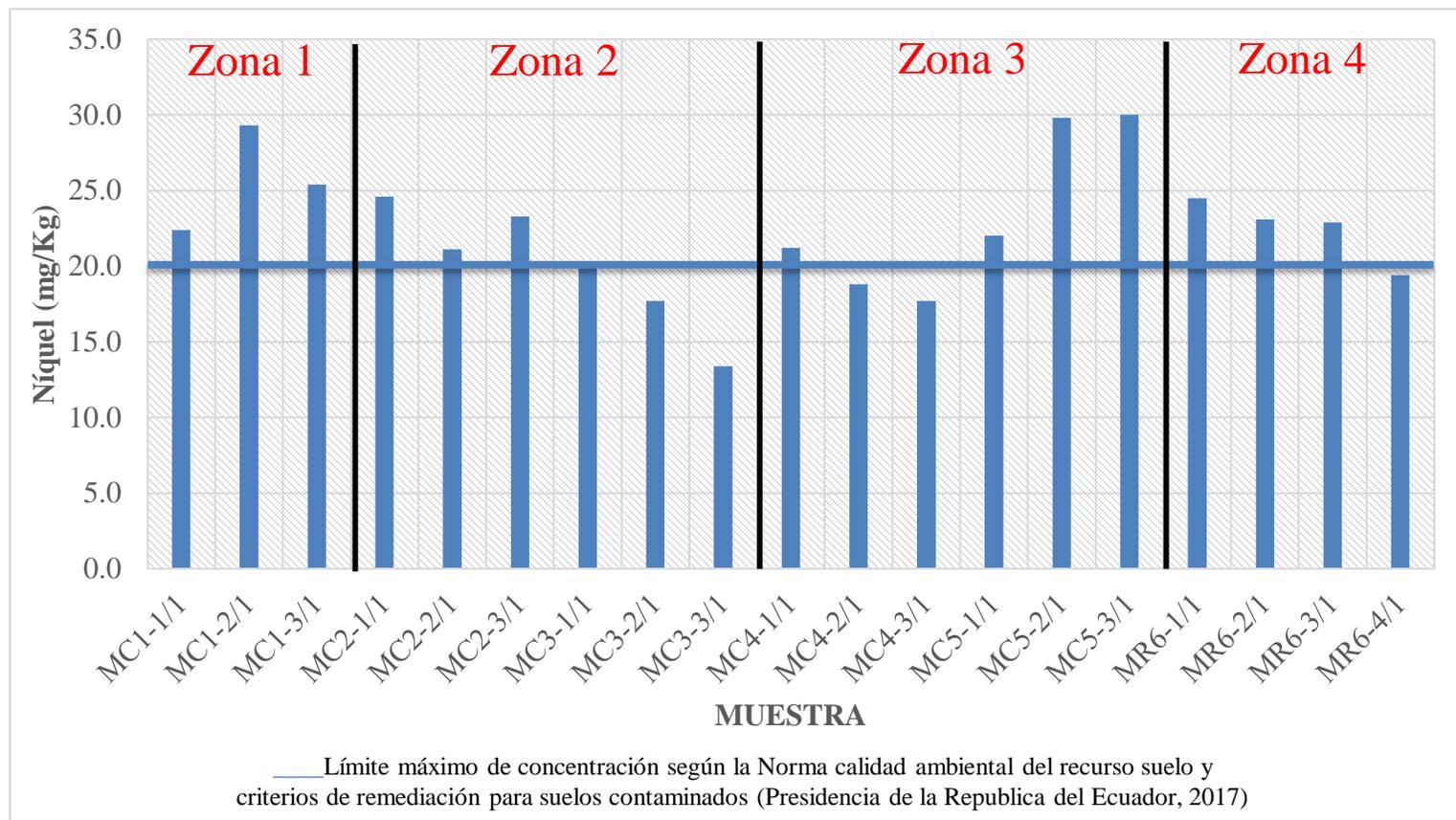
Fuente	F calculado	Valor P
Muestra	13.10	0.007
Tamiz	1.74	0.245

Las concentraciones de cobre para cada muestra obtenida son diferentes entre sí y no hay diferencia significativa entre las concentraciones de un mismo punto muestral.



*Figura 3.* Comparación de los resultados de la concentración de cobre para los dos tamaños de partículas analizados.

# Análisis de níquel



68.42% del total de muestras sobrepasan los límites máximos de concentración.

**Figura 4.** Comparación de los resultados de la concentración de níquel en los diferentes puntos de toma de muestras

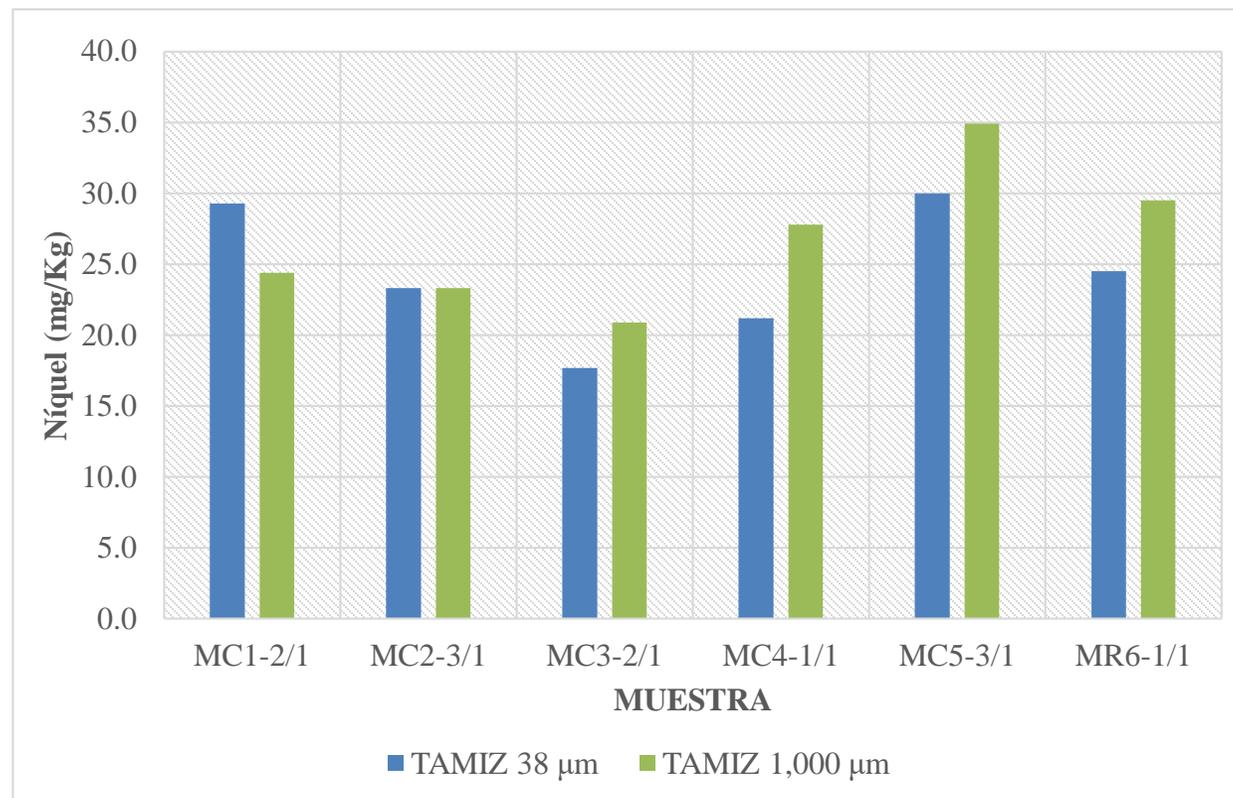
# Análisis de níquel en partículas de 38 $\mu\text{m}$ y 1,000 $\mu\text{m}$

66.67% de muestras poseen mayor concentración en partículas de 1,000  $\mu\text{m}$ , el 16.67% poseen la misma concentración y el 16.67% poseen menor concentración.

*Tabla 3.* Anova del níquel según el tamiz utilizado

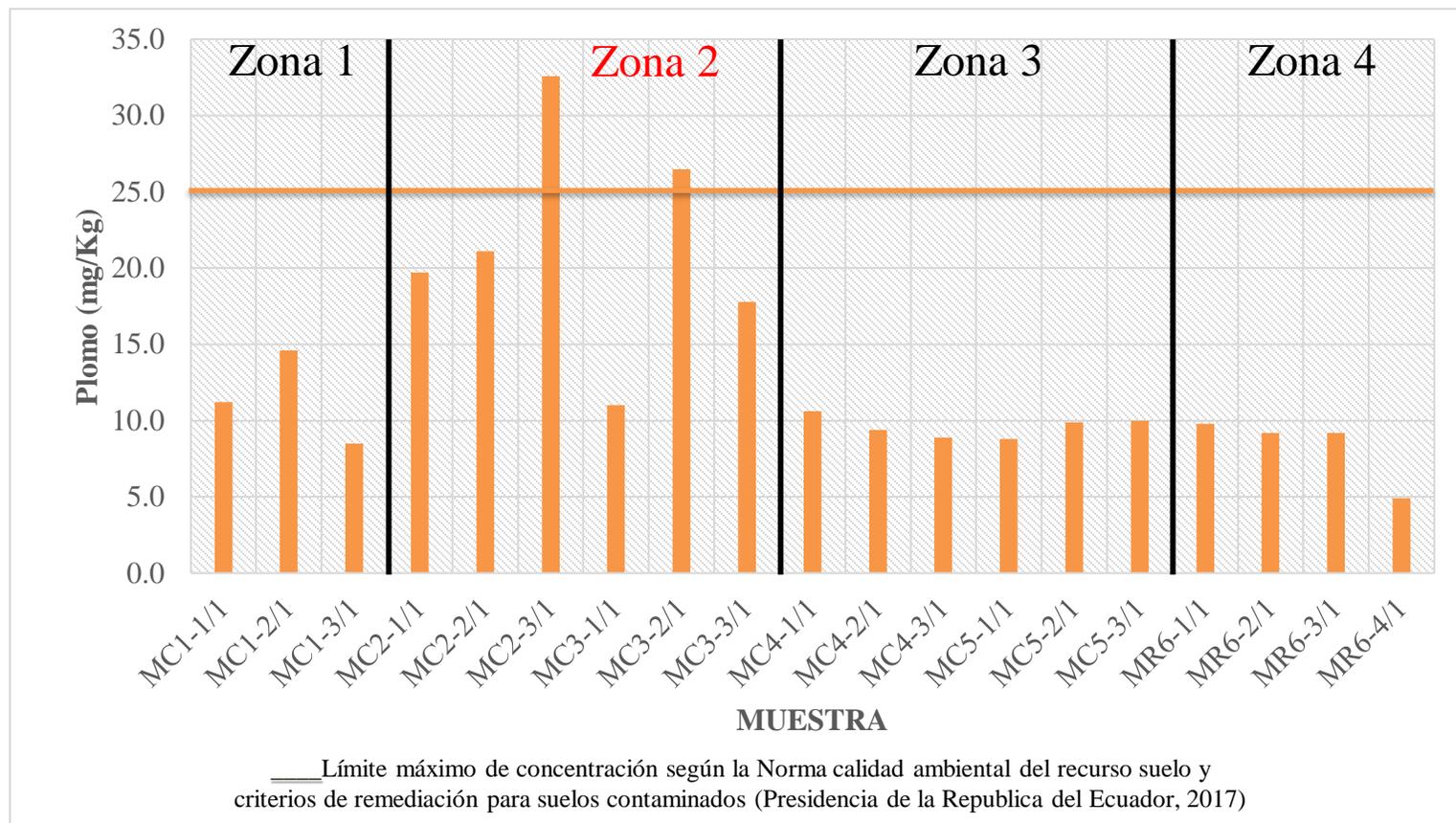
Fuente	F calculado	Valor P
Muestra	4.28	0.068
Tamiz	2.02	0.214

Las concentraciones de níquel de cada muestra analizada no posee diferencia significativa entre sus valores al igual que las concentraciones obtenidas de un mismo punto muestral.



*Figura 5.* Comparación de los resultados de la concentración de níquel para los dos tamaños de partículas analizados.

# Análisis de plomo



10.53% del total de muestras sobrepasan los límites de concentración.

**Figura 6.** Comparación de los resultados de la concentración de plomo en los diferentes puntos de toma de muestras

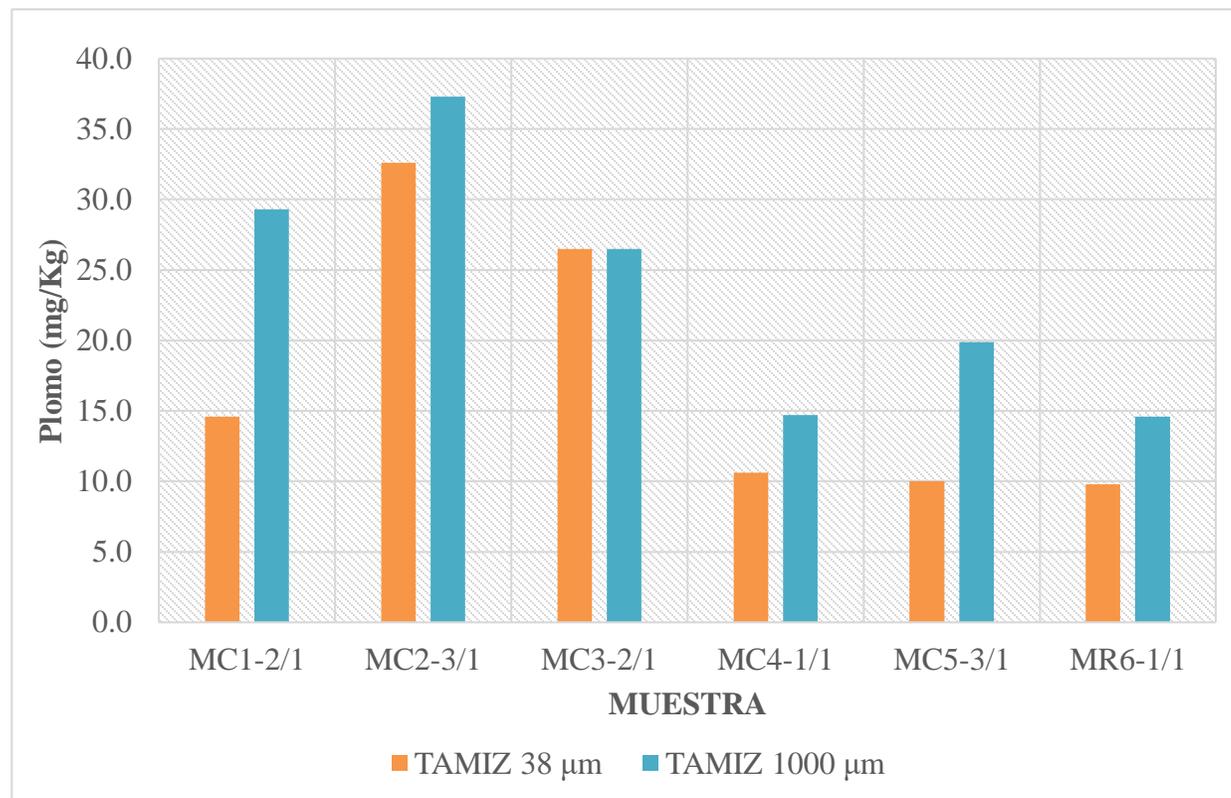
# Análisis de plomo en partículas de 38 $\mu\text{m}$ y 1,000 $\mu\text{m}$

El 83.33% de muestras presentan mayor concentración en las partículas de mayor tamaño y el 16.67 % presenta la misma concentración.

**Tabla 4.** Anova del plomo según el tamiz utilizado

Fuente	F calculado	Valor P
Muestra	12.29	0.008
Tamiz	9.15	0.029

Las concentraciones de níquel de cada muestra analizada son diferentes entre sí y existe diferencia significativa entre las concentraciones de un mismo punto muestral.

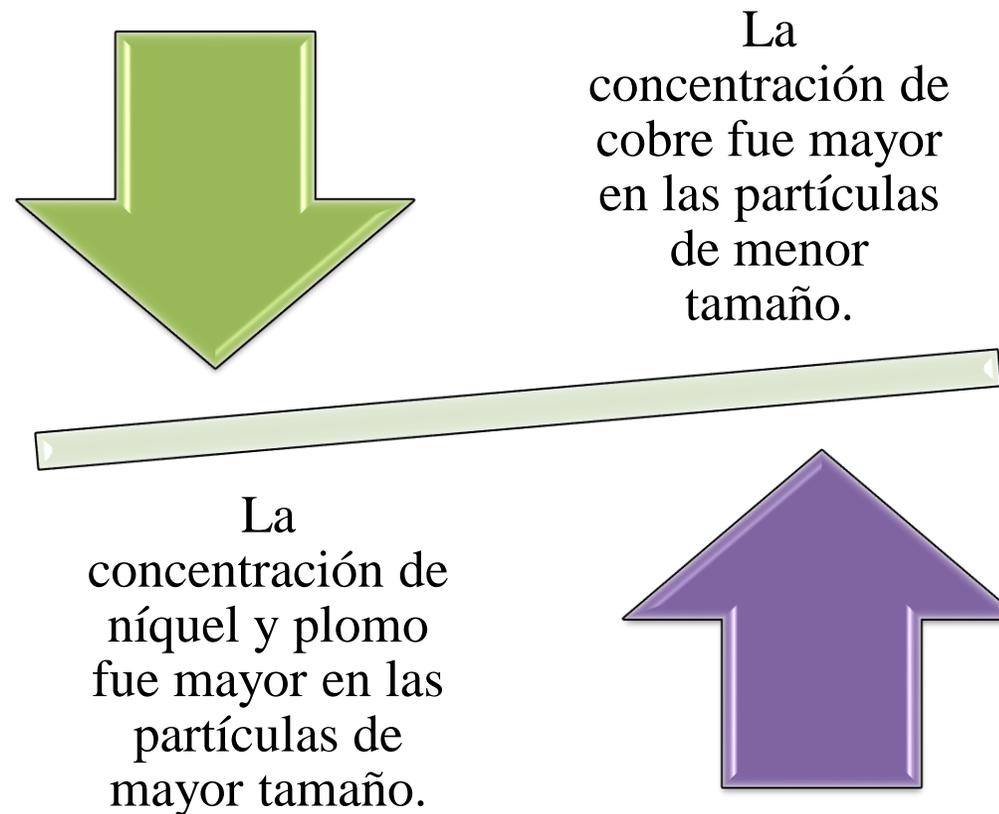


**Figura 7.** Comparación de los resultados de la concentración de plomo para los dos tamaños de partículas analizados.

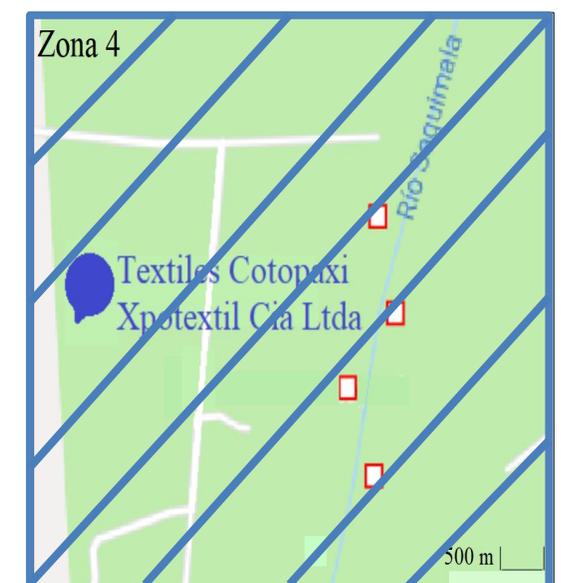
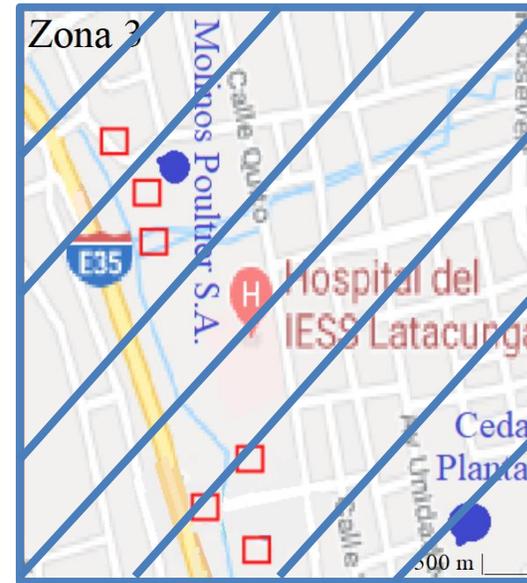
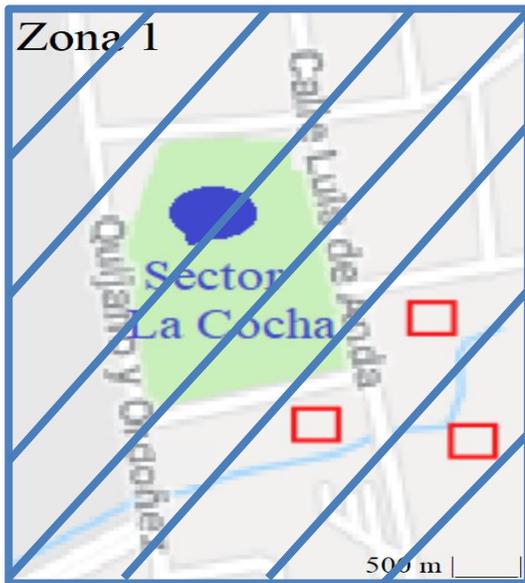
# Análisis en los dos tamaños de muestras

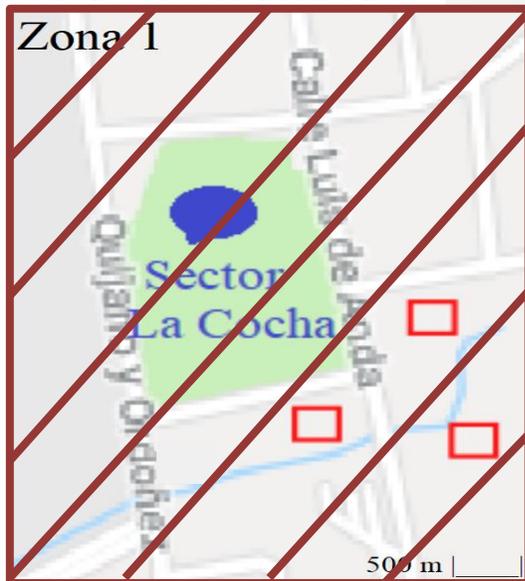
Tabla 5. Prueba *t* pareada para los datos de concentración

Metal	Valor P	Diferencia significativa
Cobre	0.245	No
Níquel	0.214	No
Plomo	0.029	Si

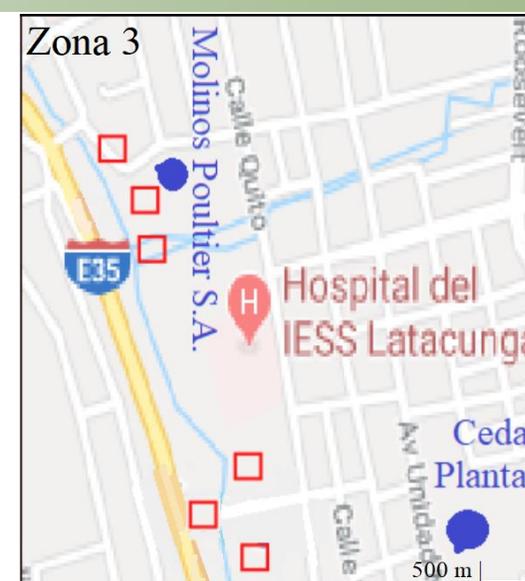


Todas las zonas poseen valores de concentración de níquel que sobrepasan los límites establecidos en la “Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados” (Presidencia de la Republica del Ecuador, 2017)

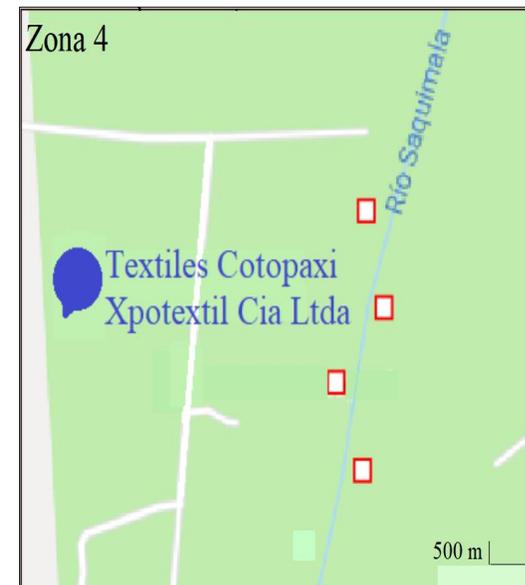
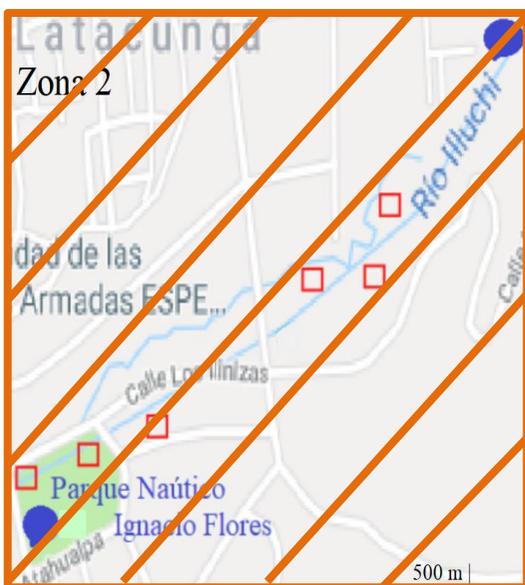




La zona 1 posee valores de concentración de cobre que sobrepasan los límites establecidos en la “Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados” (Presidencia de la Republica del Ecuador, 2017)



La zona 2 posee valores de concentración de plomo que sobrepasan los límites establecidos en la “Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados” (Presidencia de la Republica del Ecuador, 2017)





INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DE RESULTADOS

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Conclusiones

- Del análisis de concentración de cobre, níquel, plomo y cadmio se concluye que **la concentración de cobre, níquel y plomo es diferente en cada zona**, mientras que la concentración de cadmio está por debajo del valor mínimo de detección de 0.1 mg/Kg.
- Los datos obtenidos en la comparación de concentraciones de los metales pesados según el tamaño de partícula demostraron que **la concentración de cobre es mayor en las partículas de menor tamaño (38  $\mu\text{m}$ )**, mientras que la concentración de níquel y plomo es mayor en las partículas de mayor tamaño (1,000  $\mu\text{m}$ ).
- El análisis de varianza aplicado a los datos de concentración de los metales estudiados permitió concluir que **existe diferencia significativa entre las concentraciones de los puntos muestrales del cobre y plomo**, mientras que el níquel no posee diferencia significativa.

# Conclusiones

- Al comparar las concentraciones de metales pesados entre los dos tamaños de partícula (38  $\mu\text{m}$  y 1,000  $\mu\text{m}$ ), la prueba t pareada mostró que existe diferencia significativa para los datos de concentración del plomo, mientras que para los datos de concentración del cobre y níquel se concluyó que no existe diferencia significativa con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ).
- **De acuerdo con la “Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados” (Presidencia de la Republica del Ecuador, 2017) la zona 1 perteneciente al sector La Cocha (área verde de acceso público) muestra concentraciones mayores a los establecidos en dicha norma por presencia de cobre; la zona 1 perteneciente al sector La Cocha (área verde de acceso público) y zona 2 perteneciente al parque Náutico Ignacio Flores y las orillas del río Illuchi (áreas verde de acceso público) presenta concentraciones mayores a los establecidos por presencia de plomo; todas las zonas estudiadas presentan concentraciones de níquel mayores a las establecidas; mientras que ninguna zona estudiada presenta concentraciones que sobrepasen los límites máximos permisibles por cadmio.**

# Conclusiones

- A pesar de que la zona 2 no sobrepasa los límites máximos permisibles es la zona que posee mayor concentración de cobre y plomo con respecto a las zonas 3 y 4, por lo que se concluye que las industrias tomadas en cuenta para el presente trabajo de investigación ubicadas en **la zona 3 y la zona 4 (zonas de influencia directa por el sector industrial) no representan un factor determinante en la contaminación de suelos por la presencia de cobre y plomo.**

# Recomendaciones

- Para poder conocer si la contaminación de un metal pesado se relaciona a las actividades antropogénicas de la zona se recomienda **analizar muestras de agua y muestras vegetativas** junto con las muestras de suelo.
- Se recomienda realizar el análisis de concentración de metales pesados en **varios tamaños de partículas** para poder conocer en que tamaño de partícula específicamente existe la mayor concentración del metal pesado.
- Se recomienda realizar estudios de contaminación de suelos periódicamente, **ampliando las zonas de estudio** con el fin de monitorear la contaminación existente en la zona y sobre todo en los lugares residenciales con influencia directa del sector industrial.

**GRACIAS**