



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

INFORME
TAREA I
“MUESTREO”

ECONOMETRIA

PROFESOR: RODRIGO ORTEGA

INTEGRANTE:

BARBARA LIZAMA

24 DE MARZO DE 2021

PROBLEMA

Sobre un antiguo vertedero, en la ciudad de Santiago, se construyó un parque, de una superficie aproximada a las 3 hectáreas. Existen algunas sospechas que los suelos del parque podrían estar contaminados con Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), lo que potencialmente podría afectar la salud de la población usuaria. Se le encarga realizar un muestreo de los suelos del parque a una profundidad de 10 cm, para determinar las concentraciones promedio de As, Cd y Pb total.

OBJETIVO

Realizar un muestreo para determinar las concentraciones promedio de los metales contaminantes As, Cd y Pb total.

PLAN DE MUESTREO

1) Población blanco de estudio

La población total por estudiar será de **1.948.836** unidades la que fueron determinada a través de la formula del área $A = (\pi) \cdot r^2$. Para más detalle se muestra el cálculo realizado en Excel.

i) Población blanco de estudio

Area del Terreno	3 hectareas	30.000 m ²
Area del Barreno	7 cm de diametro a una profundidad de 10 cm	0,07 m
Se utilizara la formula del area	$A = (\pi) \cdot r^2$	
Area por m ²	0,015393804	
Poblacion total a estudiar	1.948.836 unidades	

2) Elementos de muestreo

Para efectuar el muestreo se va a utilizar barrenos tubulares de 7 cm de diámetro con una profundidad de 10 cm, con lo cual se conseguirá una muestra mas adecuada para la detección de los contaminantes.

Las variables por medir corresponden a metales pesados como Arsénico, Cadmio y Plomo, la superficie de donde se obtendrán las mediciones será un terreno de 3 hectáreas, además, se aplicará un error de un 9% sobre el promedio.

3) Número de muestras necesarias (n), considerando la variabilidad de los tres elementos. Establezca los supuestos necesarios.

Para realizar el número de muestras necesarias, se consideró la concentración máxima en mg/kg de metales pesados en lodos para aplicación al suelo según lo indicado en la Norma Chilena Lodos (Nch2952c – 2004)

Tabla 2. Concentraciones máximas de metales en lodos para aplicación al suelo

Metal	Concentración máxima en mg/kg. de sólidos totales (base materia seca) ¹	
	Suelos que cumplen los requisitos establecidos en este título	Suelos degradados que cumplen los requisitos establecidos en este título
Arsénico	20	40
Cadmio*	8	40
Cobre	1000	1200
Mercurio*	10	20
Níquel	80	420
Plomo*	300	400
Selenio*	50	100
Zinc	2000	2800

¹ Concentraciones expresadas como contenidos totales.

Los supuestos que se utilizaron para indicar la muestra necesaria fueron los siguientes:

Datos Metal Arsenico		
Min	20	mg/kg
Max	40	mg/kg
Rango	20	mg/kg
promedio	30	mg/kg
Varianza	25	mg ² /kg ²
error Estandar	2,70	mg/kg

Datos Metal Cadmio		
Min	8	mg/kg
Max	40	mg/kg
Rango	32	mg/kg
promedio	24	mg/kg
Varianza	64	mg ² /kg ²
error Estandar	2,16	mg/kg

Datos Metal Plomo		
Min	300	mg/kg
Max	400	mg/kg
Rango	100	mg/kg
promedio	350	mg/kg
Varianza	625	mg ² /kg ²
error Estandar	31,50	mg/kg

Luego de realizar el calculo de las muestras necesarias con la fórmula de n y con los supuestos indicados anteriormente, los resultados de los metales son: 16 para el Arsénico, 55 para el Cadmio y 5 para el Plomo.

Arsénico			
n	n-1	t	n calc
2	1	12,7062	554
3	2	4,30265	63
4	3	3,18245	35
5	4	2,77645	26
6	5	2,57058	23
7	6	2,44691	21
8	7	2,36462	19
9	8	2,306	18
10	9	2,26216	18
11	10	2,22814	17
12	11	2,20099	17
13	12	2,17881	16
14	13	2,16037	16
15	14	2,14479	16
16	15	2,13145	16
17	16	2,11991	15
18	17	2,10982	15
19	18	2,10092	15
20	19	2,09302	15
21	20	2,08596	15
22	21	2,07961	15
23	22	2,07387	15
24	23	2,06866	15
25	24	2,0639	15
26	25	2,05954	15
27	26	2,05553	14
28	27	2,05183	14
29	28	2,04841	14
30	29	2,04523	14
31	30	2,04227	14
32	31	2,03951	14
33	32	2,03693	14
34	33	2,03452	14
35	34	2,03224	14
36	35	2,03011	14
37	36	2,02809	14
38	37	2,02619	14
39	38	2,02439	14
40	39	2,02269	14
41	40	2,02108	14
42	41	2,01954	14
43	42	2,01808	14
44	43	2,01669	14
45	44	2,01537	14
46	45	2,0141	14
47	46	2,0129	14
48	47	2,01174	14
49	48	2,01063	14
50	49	2,00958	14
51	50	2,00856	14
52	51	2,00758	14
53	52	2,00665	14
54	53	2,00575	14
55	54	2,00488	14

Cadmio			
n	n-1	t	n calc
2	1	12,7062	2215
3	2	4,30265	254
4	3	3,18245	139
5	4	2,77645	106
6	5	2,57058	91
7	6	2,44691	82
8	7	2,36462	77
9	8	2,306	73
10	9	2,26216	70
11	10	2,22814	68
12	11	2,20099	66
13	12	2,17881	65
14	13	2,16037	64
15	14	2,14479	63
16	15	2,13145	62
17	16	2,11991	62
18	17	2,10982	61
19	18	2,10092	61
20	19	2,09302	60
21	20	2,08596	60
22	21	2,07961	59
23	22	2,07387	59
24	23	2,06866	59
25	24	2,0639	58
26	25	2,05954	58
27	26	2,05553	58
28	27	2,05183	58
29	28	2,04841	58
30	29	2,04523	57
31	30	2,04227	57
32	31	2,03951	57
33	32	2,03693	57
34	33	2,03452	57
35	34	2,03224	57
36	35	2,03011	57
37	36	2,02809	56
38	37	2,02619	56
39	38	2,02439	56
40	39	2,02269	56
41	40	2,02108	56
42	41	2,01954	56
43	42	2,01808	56
44	43	2,01669	56
45	44	2,01537	56
46	45	2,0141	56
47	46	2,0129	56
48	47	2,01174	56
49	48	2,01063	55
50	49	2,00958	55
51	50	2,00856	55
52	51	2,00758	55
53	52	2,00665	55
54	53	2,00575	55
55	54	2,00488	55

Plomo			
n	n-1	t	n calc
2	1	12,7062	102
3	2	4,30265	12
4	3	3,18245	6
5	4	2,77645	5
6	5	2,57058	4
7	6	2,44691	4
8	7	2,36462	4
9	8	2,306	3
10	9	2,26216	3
11	10	2,22814	3
12	11	2,20099	3
13	12	2,17881	3
14	13	2,16037	3
15	14	2,14479	3
16	15	2,13145	3
17	16	2,11991	3
18	17	2,10982	3
19	18	2,10092	3
20	19	2,09302	3
21	20	2,08596	3
22	21	2,07961	3
23	22	2,07387	3
24	23	2,06866	3
25	24	2,0639	3
26	25	2,05954	3
27	26	2,05553	3
28	27	2,05183	3
29	28	2,04841	3
30	29	2,04523	3
31	30	2,04227	3
32	31	2,03951	3
33	32	2,03693	3
34	33	2,03452	3
35	34	2,03224	3
36	35	2,03011	3
37	36	2,02809	3
38	37	2,02619	3
39	38	2,02439	3
40	39	2,02269	3
41	40	2,02108	3
42	41	2,01954	3
43	42	2,01808	3
44	43	2,01669	3
45	44	2,01537	3
46	45	2,0141	3
47	46	2,0129	3
48	47	2,01174	3
49	48	2,01063	3
50	49	2,00958	3
51	50	2,00856	3
52	51	2,00758	3
53	52	2,00665	3
54	53	2,00575	3
55	54	2,00488	3

Para efectuar un estudio representativo de las concentraciones promedios de los metales As, Cd y Pb, se ocupará el mayor n de las muestras que sería **55** para efectuar el muestreo sobre la población.

4) Realice la corrección por tamaño de la población (asumiendo que ésta es finita, de tamaño N).

Para realizar la corrección del tamaño de la muestra que indicamos anteriormente, se utilizara como $n_0 = 55$ y tamaño de $N = 1.948.836$, en la formula adjunta:

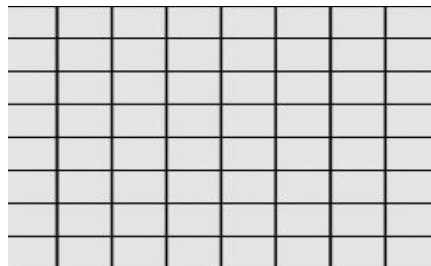
Corrección para poblaciones
finitas.

$$n = \frac{n_0 N}{n_0 + (N - 1)}$$

Luego de reemplazar los datos en la formula, nos da un n corregido de **54,9985** el cual al compararlo con la muestra de n **55**, la variación no fue significativa para un cambio de n .

5) Diseño de muestreo

El diseño que se utilizara en este caso es el muestreo sistemático espacial ya que la población no es homogénea, es amplia y se necesita realizar un muestreo mas representativo de las muestras, ya que en el caso de un muestreo aleatorio simple se puede dejar lugares sin muestrear, entonces el terreno se dividirá en cuadrículas de 7 cm para así muestrear todos los elementos.



Terreno en cuadrículas

6) Usando una distribución normal y los supuestos anteriores simule los valores de As, Cd y Pb para la población de tamaño N.

Los supuestos que se utilizó para generar la simulación de valores para los metales Arsénico, Cadmio y Plomo son los siguientes:

Generación de números aleatorios

Número de variables: 3 Aceptar

Cantidad de números aleatorios: 55 Cancelar

Distribución: Normal Ayuda

Parámetros

Media = 73

Desviación estándar = 12

Iniciar con: 1

Opciones de salida

☒ Rango de salida: \$H\$7 ↑

☐ En una hoja nueva:

☐ En un libro nuevo

As	Cd	Pb
37	75	63
83	76	72
68	88	84
81	62	86
80	73	67
47	57	69
60	61	100
71	59	42
45	69	74
75	76	76
61	78	72
68	54	76
82	83	74
67	87	80
93	90	74
60	72	64
86	63	82
85	106	114
76	70	66
67	85	49
69	57	79
54	45	90
66	66	76
79	85	80
73	63	81
72	72	93
81	58	76
69	81	76
75	69	61
64	71	83
74	101	81
68	62	78
73	55	79
73	60	93
60	89	79
67	71	55
95	79	61
87	84	75
63	62	84
72	61	73
80	70	66
75	79	81
80	72	59
69	85	51
74	78	71
58	93	90
74	68	72
69	85	67
72	66	98
67	81	75
63	82	85
70	73	88
50	104	75
53	74	63
85	77	78

7) Realice un muestreo aleatorio para extraer una muestra de tamaño n desde la población de tamaño N .

Según la población que se generó en el punto 1 de 1.948.836 unidades sobre el n necesario que se generó en el punto 3 de 55 muestras, nos dan un rango de 35.433 unidades a muestrear.

Realizando el muestreo aleatorio con las 35.433 unidades para cada metal, los resultados son los siguientes:

Muestreo Aleatorio As	
1	9.176
2	18.636
3	23.026
4	12.361
5	32.808
6	4.821
7	30.687
8	21.372
9	11.550
10	25.909
11	20.498
12	8.519
13	34.279
14	23.325
15	5.263
16	23.574

Muestreo Aleatorio Cd			
1	8.657	29	25.565
2	13.396	30	24.776
3	23.986	31	28.419
4	1.205	32	25.155
5	29.491	33	25.927
6	21.623	34	171
7	10.684	35	3.867
8	18.029	36	9.105
9	6.304	37	6.798
10	22.048	38	21.980
11	35.242	39	29.162
12	18.742	40	18.414
13	23.230	41	30.415
14	12.874	42	30.471
15	22.843	43	27.383
16	4.521	44	5.665
17	6.499	45	13.722
18	30.814	46	15.438
19	11.692	47	7.313
20	23.499	48	32.983
21	8.964	49	12.034
22	21.893	50	9.686
23	14.195	51	22.881
24	26.539	52	5.295
25	1.651	53	30.509
26	11.849	54	14.185
27	19.898	55	13.644
28	33.982		

Muestreo Aleatorio Pb	
1	15.005
2	27.450
3	19.254
4	24.618
5	35.238

8) *Estime el promedio de la muestra y compárelo con el parámetro. ¿qué error (%) se alcanzó para cada metal? ¿Estuvo este dentro de sus expectativas?*

Se muestra que el promedio de la población total se denota en 17.717 unidades y comparándola con los promedios generados por cada muestra de los contaminantes, se puede deducir bajo el nivel de significancia de un 5% que el componente que cumple las expectativas es el Arsénico ya que su error fue de un 7,88% en relación al promedio de la población total y el contaminante que mas se aleja al promedio es el Plomo ya que su error fue de un 37,23%.

Muestreo Aleatorio As	
1	9.176
2	18.636
3	23.026
4	12.361
5	32.808
6	4.821
7	30.687
8	21.372
9	11.550
10	25.909
11	20.498
12	8.519
13	34.279
14	23.325
15	5.263
16	23.574

Promedio muestra 19.113
n 16

Promedio Parametro 17.717

Error 7,88%

Muestreo Aleatorio Pb	
1	15.005
2	27.450
3	19.254
4	24.618
5	35.238

Promedio muestra 24.313
n 5

Promedio Parametro 17.717

Error 37,23%

Muestreo Aleatorio Cd			
1	8.657	29	25.565
2	13.396	30	24.776
3	23.986	31	28.419
4	1.205	32	25.155
5	29.491	33	25.927
6	21.623	34	171
7	10.684	35	3.867
8	18.029	36	9.105
9	6.304	37	6.798
10	22.048	38	21.980
11	35.242	39	29.162
12	18.742	40	18.414
13	23.230	41	30.415
14	12.874	42	30.471
15	22.843	43	27.383
16	4.521	44	5.665
17	6.499	45	13.722
18	30.814	46	15.438
19	11.692	47	7.313
20	23.499	48	32.983
21	8.964	49	12.034
22	21.893	50	9.686
23	14.195	51	22.881
24	26.539	52	5.295
25	1.651	53	30.509
26	11.849	54	14.185
27	19.898	55	13.644
28	33.982		

Promedio muestra 17.733
n 55

Promedio Parametro 17.717

Error 0,09%

CONCLUSION

Por medio de este muestreo de suelo realizado se puede deducir que el parque posee cantidades del contaminante Plomo sobre el promedio de la población total, por lo que es un terreno que requerirá sanitización antes de poder seguir utilizándolo como parque debido a la exposición que tendrán las personas que lo visiten. Con respecto al Arsénico y al Cadmio estos se encuentran dentro del nivel de significancia.

Bibliografía

https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/dto-3_23-may-2012.pdf