

## **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN PARA EL RELLENO SANITARIO DE CHICLAYO**

*Ms. Arq. Rodolfo Arbulú Chereque y Ms. Ing. Enrique Hoyos Vásquez  
Investigación realizada en la Maestría en Ciencias con mención en Ingeniería Ambiental,  
Escuela de Post Grado de la Universidad Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque Perú.  
Artículo Presentado por Ms. Arq. Rodolfo Arbulú Chereque,  
Correo: [eprach@yahoo.com](mailto:eprach@yahoo.com)*

### **RESUMEN**

El problema planteado es: ¿cual es la alternativa de ubicación más adecuada para el relleno sanitario de la ciudad de Chiclayo de acuerdo al análisis comparativo y la confiabilidad de los métodos aplicados?

La hipótesis plantea que la alternativa de ubicación mas adecuada de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos de acuerdo a la realidad urbana de la ciudad de Chiclayo, son las pampas de Reque a inmediaciones de las zonas impactadas por los botaderos existentes de acuerdo a la evaluación planteada por los métodos reconocidos por el organismo de salud ambiental nacional.

Los métodos de evaluación para determinar la mejor alternativa de ubicación del relleno sanitario de la ciudad de Chiclayo. Los costos en cuanto a la inversión de la infraestructura a construir como la operación del relleno sanitario. Y el índice de confiabilidad de cada método aplicado; son las variables dependientes de la investigación.

Las evaluaciones de los métodos I y II; y el análisis de costos determinan que el relleno sanitario ubicado en las pampas del botadero de Reque es el que presenta mayores ventajas para su ejecución.

En el análisis estadístico se determina que el método II es el mas preciso, por tener un coeficiente de variación mas bajo de 6.5 % respecto al coeficiente de variación del método I que es de 10.77 %. Estos coeficientes de variación son bajos en ambos métodos por lo que los resultados merecen confianza.

### **ABSTRACT**

The underlying problem is: what is the alternative most appropriate location for the landfill from the city of Chiclayo according to comparative analysis and reliability of the methods? The most suitable alternative location of a landfill for final disposal of solid waste according to the urban reality of the city of Chiclayo, are the pampas of Reque to near areas impacted by the existing dumps According to the assessment made by the methods recognized by the national environmental health agency.

The methods of evaluation to determine the best alternative location of the landfill from the city of Chiclayo. The costs in terms of investment in infrastructure to build and operate the landfill. And the rate of reliability of each method used; are as dependent variables of the investigation. Evaluations of the methods I and II, and cost analysis determined that the landfill located in the pampas of dump Reque is the one that presents major advantages for its implementation.

In the statistical analysis is determined that the method II is the most accurate, have a lower coefficient of variation of 6.5% over the coefficient of variation of the method I is 10.77%. These coefficients of variation are low in both methods so that the results deserve trust.

*PALABRA CLAVE: LA DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS*

## **INTRODUCCION**

El manejo inadecuado de los residuos sólidos representa un peligro para la salud de las personas y del medio ambiente. El manejo de los residuos sólidos plantea problemas específicos en cada localidad, dependiendo de su densidad demográfica, parque automotor, modalidad cultural, grado de desarrollo, estructura de la economía, así como de sus condiciones ambientales.

La Ciudad de Chiclayo afronta serios problemas con el manejo y gestión de sus residuos sólidos, como consecuencia de la limitación financiera de la Municipalidad Provincial de Chiclayo, personal no capacitado, deficiente recolección de residuos sólidos, contaminación del aire por el quemado de éstos, falta de maquinaria apropiada, falta de participación de la

población, falta de un sistema técnico de disposición final de los residuos sólidos. que no configure deterioro del medio ambiente, ocasione molestias, ni peligro para la seguridad de la población.

La actual situación deficitaria del sistema de limpieza pública de la ciudad de Chiclayo y sobre todo la gran contaminación producida por el vertido incontrolado de los residuos sólidos en las Pampas de Reque, a inmediaciones del botadero oficial de la Municipalidad Provincial de Chiclayo, obliga a los distintos agentes participantes en el desarrollo de la gestión urbana de la ciudad de Chiclayo a tomar acciones inmediatas con el fin de encontrar soluciones técnico – ambientales adecuadas; como la construcción de un Relleno Sanitario correctamente ubicado para la disposición final de los residuos sólidos, que opere para la ciudad de Chiclayo y los distritos de su ámbito metropolitano.

En tal sentido planteamos el siguiente problema: ¿Cual es la alternativa de ubicación mas adecuada para el Relleno Sanitario de la ciudad de Chiclayo de acuerdo al análisis comparativo de los métodos aplicados?

La ciudad de Chiclayo cuenta hace mas de 30 años con un botadero municipal ubicado en las Pampas de Reque en el 748 Km. de la carretera Panamericana; el estado actual de este botadero y la aparición de otros botaderos informales en las mismas pampas ha ocasionado un progresivo vertido incontrolado de los residuos sólidos en grandes extensiones de las pampas de Reque llegando a contaminar un área de 185 hectáreas en distintos puntos de esta. Los impactos en el medio ambiente y la salud de la población de su entorno son bastante considerables.

Por tal motivo, la construcción del Relleno Sanitario y la evaluación de las alternativas de ubicación de este se constituye en uno de los temas de investigación mas importantes del sistema de manejo y gestión de los residuos sólidos de esta ciudad.

Esta evaluación plantea desarrollar un análisis descriptivo comparativo de dos métodos reconocidos por los organismos de salud pública para la ubicación de vertederos para la disposición final de residuos sólidos

Esta evaluación de las alternativas de ubicación del Relleno Sanitario de la ciudad de Chiclayo permitirá: Establecer con mayor certeza la ubicación mas apropiada del Relleno Sanitario de la ciudad de Chiclayo; Determinar los costos de la ejecución y operación del Relleno Sanitario en cada una de las alternativas evaluadas; y Realizar un análisis comparativo de la aplicación de los métodos Análisis de Decisiones con Objetivos Múltiples y Análisis del Índice de Calidad, en cada alternativa y determinar el índice de confiabilidad de cada uno de los métodos analizados.

## **MATERIALES Y METODOS**

El área de estudio de la tesis de investigación es la ciudad de Chiclayo y los distritos de su ámbito metropolitano. Los tratamientos a evaluar son: la Evaluación de las alternativas de ubicación del Relleno Sanitario por los métodos de Análisis de Decisiones con Objetivos Múltiples (Salazar, 1991), Análisis del Índice de Calidad (Arenas, 2002); y Los Costos de Inversión y Costos Operativos de los posibles Rellenos Sanitarios. El diseño de contraestación de la hipótesis se realizará a través de un análisis comparativo de las pruebas estadísticas para obtener la alternativa de evaluación mas apropiada ambientalmente. La Población y Muestra del estudio serán las tres alternativas de ubicación planteadas para la construcción del Relleno Sanitario. Estas son: En las pampas de Reque a inmediaciones de los botaderos actuales. En las pampas de Reque hacia Puerto Eten. y En las pampas de Pimentel en el predio de la Municipalidad de Chiclayo. Los métodos del estudio es la observación de campo, entrevista personal y revisión de documentación. Y los datos se obtendrán de fuentes primarias y secundarias. Se realizará el análisis estadístico de los programas para la evaluación de cada método utilizado con el fin de determinar el índice de confiabilidad en cada caso.

Los materiales del estudio son la cartografía, planes y fotografías de la ciudad de Chiclayo; así como los informes del Proyecto Saneamiento Básico y Limpieza Pública de la Ciudad de Chiclayo.

## RESULTADOS

### METODO I: DE DECISIONES CON OBJETIVOS MÚLTIPLES

Cuadro N° 01: Evaluación de las 3 Alternativas Propuestas para la Selección del Lugar

Concepto de Selección	Pampas de Reque - Eten	Pampas de Pimentel	Botadero de Reque
1.- Vida Útil	1.000	1.000	1.000
2.-Tierra de Cobertura	0.700	0.700	0.700
3.- Topografía	0.200	0.200	0.200
4.-Vías de acceso	0.250	0.212	0.212
5.-Vientos dominantes.	0.042	0.035	0.050
6.-Ubicación del sitio.	0.280	0.280	0.280
7.- Geología.	0.340	0.280	0.340
8.-Geohidrogeología.	0.340	0.280	0.340
9.-Hidrología superficial.	0.300	0.210	0.300
10.-Tenencia de tierras.	0.490	0.700	0.595
<b>TOTAL</b>	<b>3.942</b>	<b>3.897</b>	<b>4.017</b>

Fuente: CEPRI LIMPIEZA PUBLICA MPCH. Año 2002

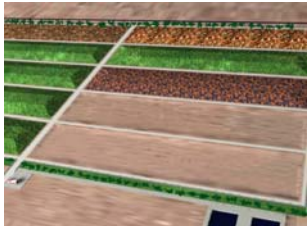

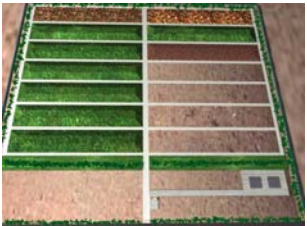
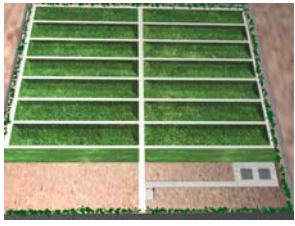
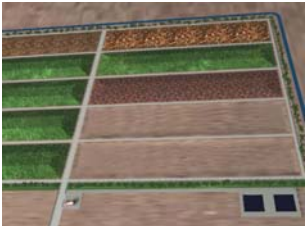

### METODO II: DEL ÍNDICE DE CALIDAD

Cuadro N° 02: Resultado de la Evaluación

ITEM	Pampas de Reque – Eten	Pampas de Pimentel	Botadero de Reque
<b>A. Titularidad de lugar</b> <b>Peso 5</b>	3.71	3.86	4.00
<b>B. Características de la infraestructura</b> <b>Peso 4</b>	3.50	2.90	3.60
<b>C. Comunicación y otros</b> <b>Peso 3</b>	1.80	1.68	1.92
<b>D. Complementarios</b> <b>Peso 2</b>	1.20	1.06	1.46
<b>TOTAL</b>	10.21	9.50	10.98
<b>Orden de Prioridad</b>	2°	3°	1°

Fuente: CEPRI LIMPIEZA PUBLICA MPCH

VISTAS DE LOS RELLENOS SANITARIOS DE LAS TRES ALTERNATIVAS DE UBICACION

	
<p><b>RELLENO SANITARIO DE LAS PAMPAS DEL BOTADERO DE REQUE EN PROCESO</b></p>	<p><b>RELLENO SANITARIO DE LAS PAMPAS DEL BOTADERO DE REQUE TERMINADO</b></p>
	
<p><b>RELLENO SANITARIO DE LAS PAMPAS DE PIMENTEL EN PROCESO</b></p>	<p><b>RELLENO SANITARIO DE LAS PAMPAS DE PIMENTEL TERMINADO</b></p>
	
<p><b>RELLENO SANITARIO DE LAS PAMPAS DE DE REQUE - ETEN EN PROCESO</b></p>	<p><b>RELLENO SANITARIO DE LAS PAMPAS DE DE REQUE - ETEN TERMINADO</b></p>

## ANÁLISIS DE COSTOS

CUADRO N° 03 Costos Totales en los Rellenos Sanitarios

COSTOS	PAMPAS DEL BOTADERO	PAMPAS DE PIMENTEL	PAMPAS DE REQUE
TERRENO	4,554,000	6,600,000	3,036,000
MAQUINARIA	2,358,320	2,358,320	2,358,320
NIVELACION	3,859,747	3,803,056	7,042,579
INSTALACIONES	5,112,554	6,626,647	5,092,755
VIAS	1,591,985	2,298,947	1,591,985
<b>TOTAL INFRAESTR.</b>	<b>17,482,606</b>	<b>21,298,947</b>	<b>19,121,639</b>
TRANSPORTE	6,123,240	5,218,040	5,022,400
MOV. DE TIERRAS	53,390,969	50,021,069	53,390,969
CIERRE Y REMED.	6,597,180	7,233,985	6,598,721
<b>TOTAL OPERACION</b>	<b>66,111,389</b>	<b>62,473,094</b>	<b>65,012,090</b>
<b>TOTAL</b>	<b>83,593,995</b>	<b>84,160,064</b>	<b>84,133,729</b>

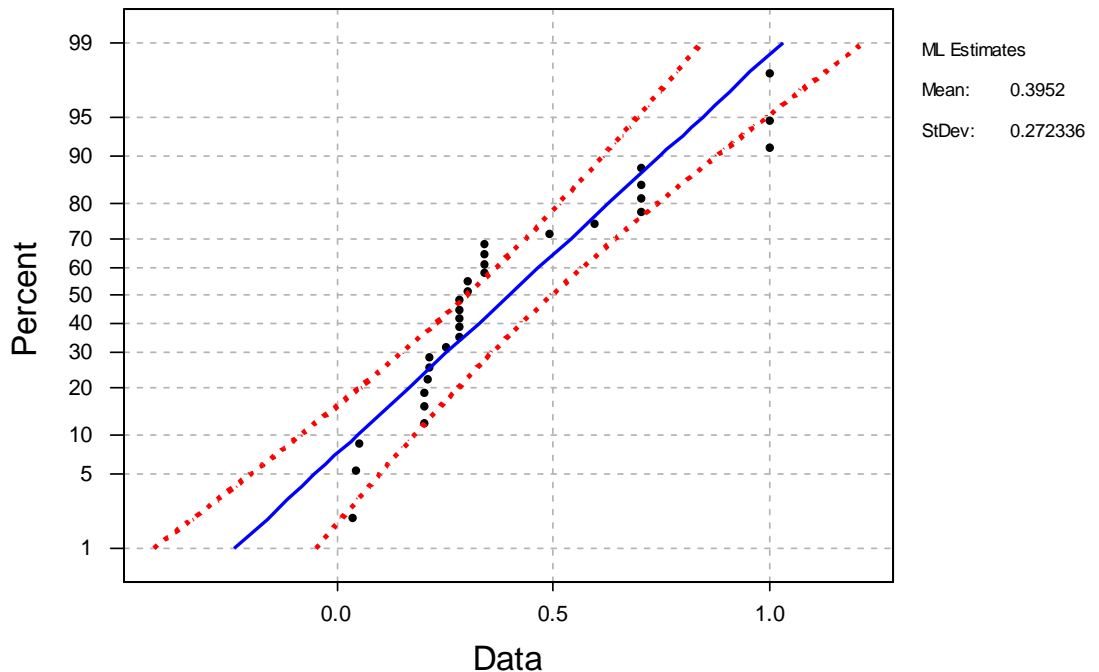
Fuente: Elaborado por Grupo de Investigación

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### METODO I: DE DECISIONES CON OBJETIVOS MÚLTIPLES

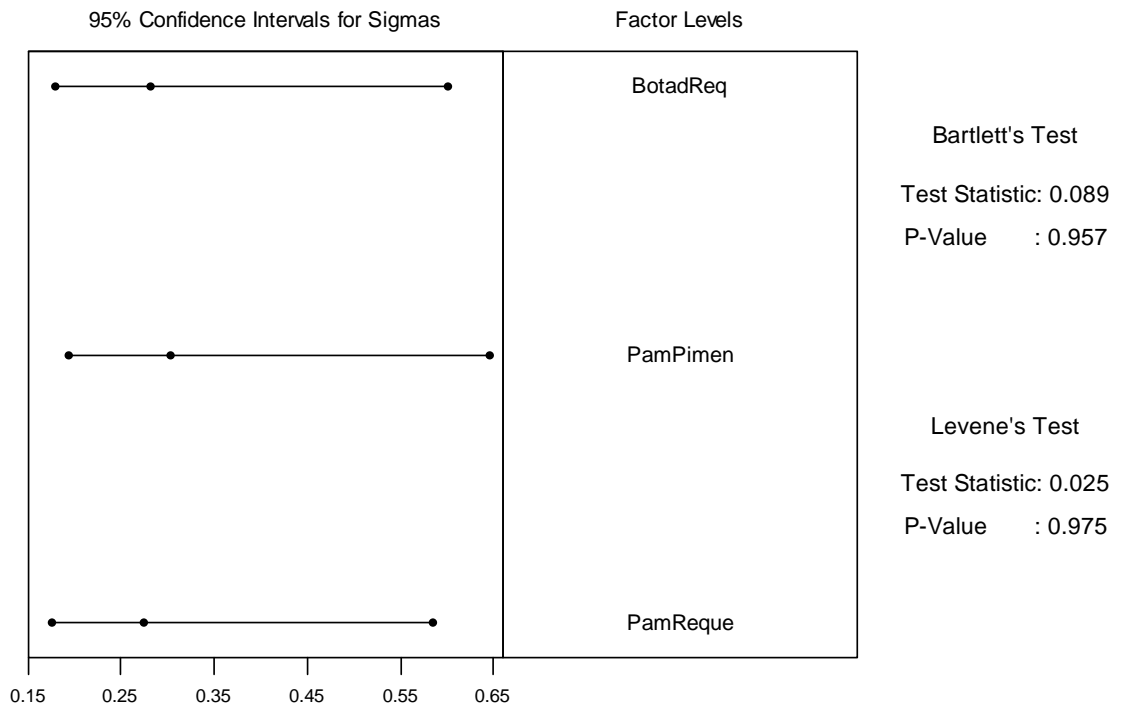
#### GRAFICO 01

Gráfico Prueba gráfica de la normalidad de los datos



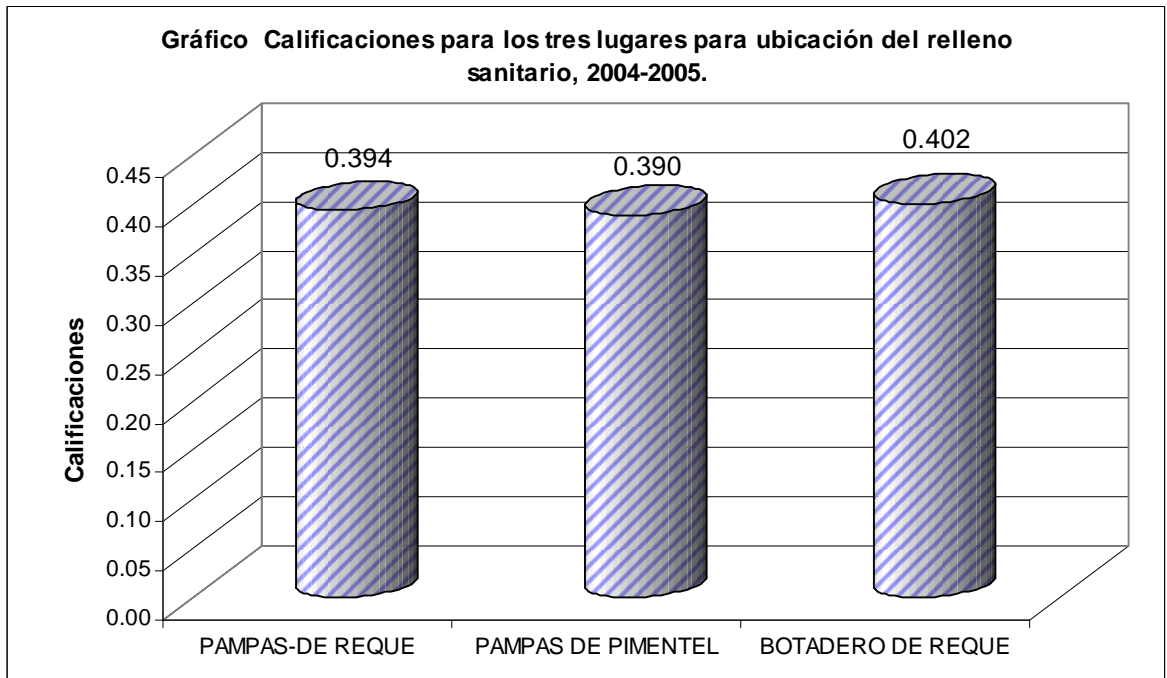
### GRAFICO 02

Gráfico Prueba de homogeneidad de varianzas



### GRAFICO 03

Gráfico Calificaciones para los tres lugares para ubicación del relleno sanitario, 2004-2005.





CUADRO 04. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN CONCEPTOS DE SELECCIÓN DEL METODO I

F.V.	GL	SC	CM	FC	SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	9	2.192	0.24	134.497	**	2.46	3.60
Tratamientos	2	0.001	0.000	0.203	NS	3.55	6.01
Error	18	0.033	0.002				

CV= 10.77%

METODO II: DEL ÍNDICE DE CALIDAD

GRAFICO 04

Gráfico Prueba de la normalidad

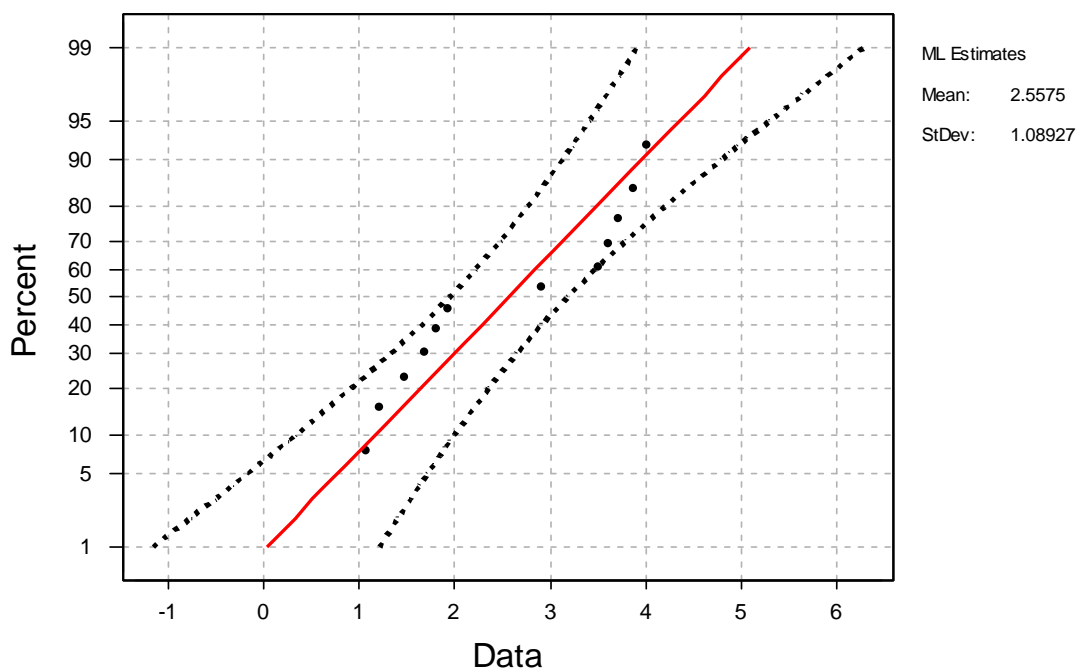


GRAFICO 05

Gráfico Prueba de la homogeneidad de varianzas

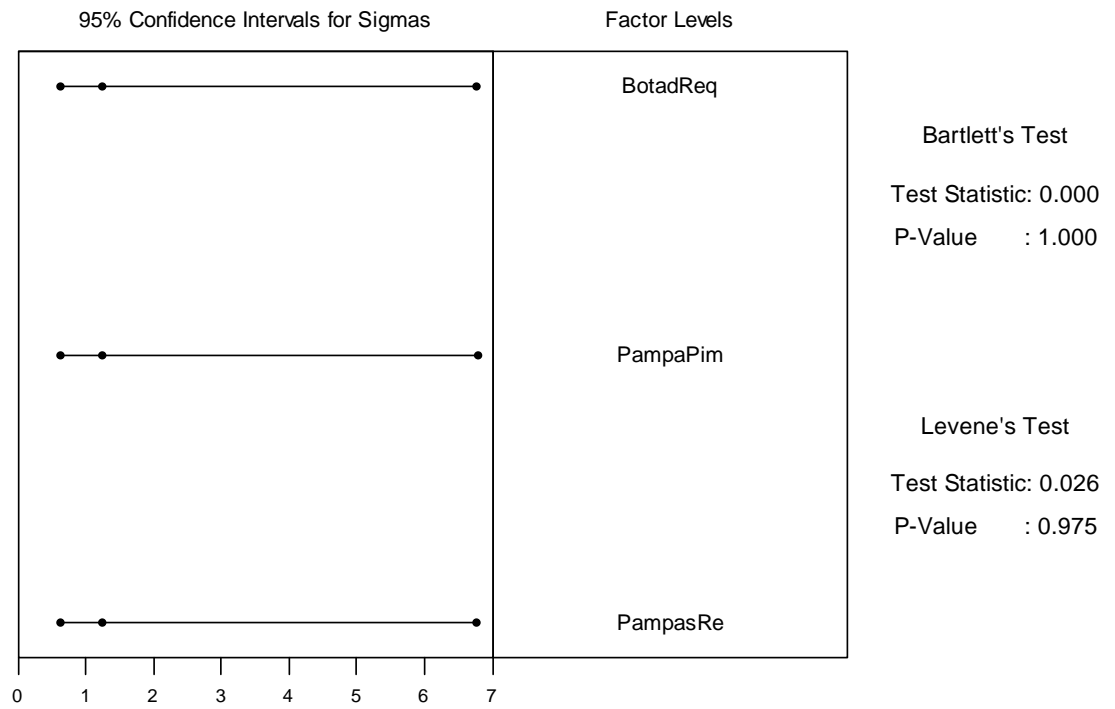
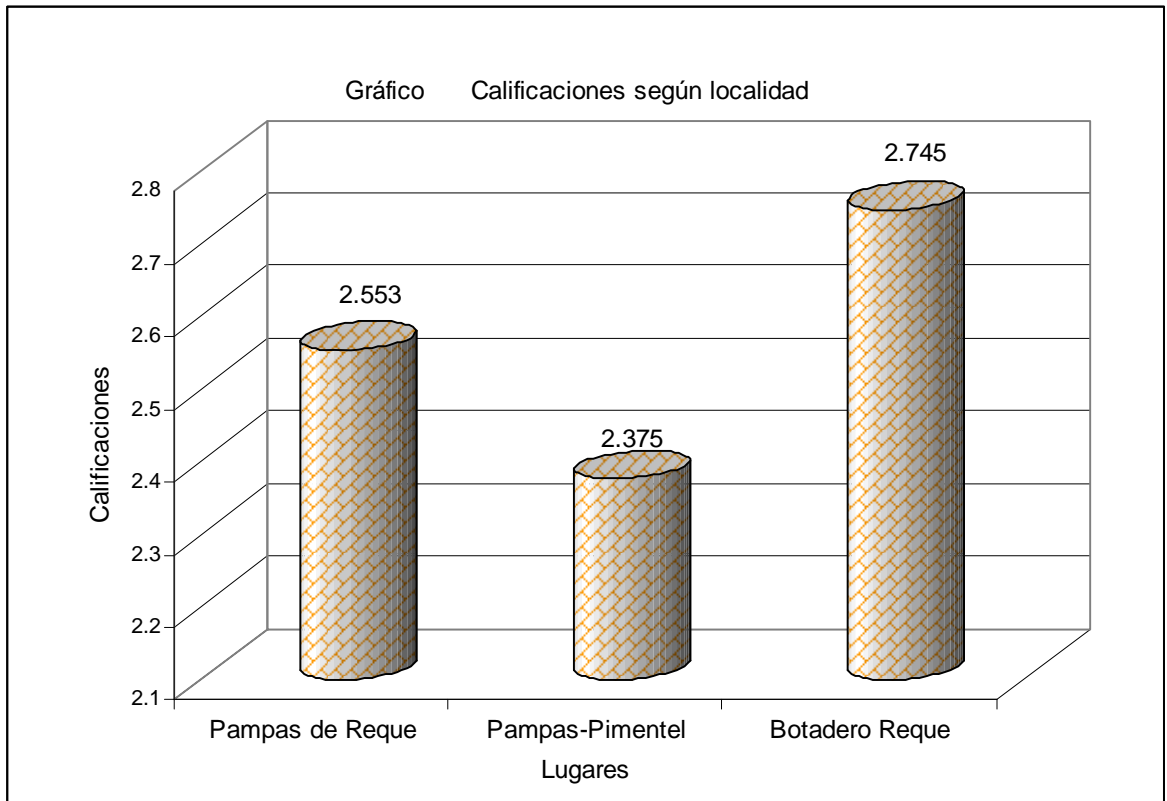


GRAFICO 06



CUADRO 05 ANALISIS DE VARIANZA PARA VALORES DEL MÉTODO II

F.V.	GL	SC	CM	FC	SIGN	ft.05	ft.01
<b>Repeticiones</b>	<b>3</b>	<b>13.798</b>	<b>4.599</b>	<b>166.272</b>	<b>**</b>	<b>4.76</b>	<b>5.14</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>2</b>	<b>0.274</b>	<b>0.137</b>	<b>4.952</b>	<b>NS</b>	<b>9.78</b>	<b>10.92</b>
<b>Error</b>	<b>6</b>	<b>0.166</b>	<b>0.028</b>				
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>14.238</b>					

**CV = 6.50%**

## **DISCUSION**

### **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS EVALUACIONES DE ALTERNATIVAS**

Este análisis comparativo servirá para contrastar cual de las dos metodologías empleadas en evaluar las alternativas de ubicación del relleno sanitario para la ciudad de Chiclayo es mas adecuada en su aplicación. El tratamiento en el manejo de los Residuos Sólidos en la ciudad de Chiclayo es inapropiado e inadecuado, actualmente se vota en forma indiscriminada en las pampas del distrito de Reque, transgrediendo normas como la ley general de R. S. y las normativas de la dirección general de Salud Ambiental (DIGESA) los cuales obligan a todo los Municipios a elaborar un PIGARS (Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos); lo que con lleva a la ejecución y operación de un Relleno Sanitario con características técnicas, sanitarias y ambientales aceptables. Por tal motivo se han determinado 6 áreas o lugares como alternativas para desarrollar un Relleno Sanitario para la ciudad de Chiclayo. En ese sentido, inicialmente se consideraron seis lugares ubicados en diferentes zonas de la ciudad de Chiclayo, estas áreas fueron: Cerro Siete Techos – La Calerita – Reque, Pampas de Reque – Eten, Pampas de Chacupe, Pampas de Pimentel, Pampas de San José, Botadero de Reque.

Posteriormente se desarrollan tres de ellos, por razones justificadas que fueron obtenidas posteriormente a las visitas así por ejemplo, El área Cerro Siete Techos, es un área ubicada en una zona arqueológica, además de no contar con carretera asfaltada y a una regular distancia de la ciudad de Chiclayo.

Posteriormente el área ubicada en las pampas de San José, por el rechazo de la comunidad de San José a que en su zona se instale un futuro Relleno Sanitario, por que el área escogida está en poder de EPSEL mediante convenio suscrito en la comunidad en el cual se especifica no poder darle ningún otro uso, que el de construir las lagunas de oxidación. Y por ultimo descartamos el área de las Pampas de Chacupe, por razones técnicas. Encontrada la napa freática a menos de 1.5 metros. de la superficie, por la existencia de cultivos como hortalizas y menestras. Que podrían ser contaminadas por los lixiviados producidos por los Residuos Sólidos, finalmente consideramos tres áreas para una respectiva elaboración estos lugares son: pampas de Reque – Eten , pampas de Pimentel y pampas del Botadero de Reque.

#### METODO I: DE DECISIONES CON OBJETIVOS MÚLTIPLES

La Metodología I es extraída del “Manual de Diseño: Construcción y Operación de un Relleno Sanitario” (Salazar 1991); donde nos indica que la ubicación del Relleno Sanitario debe reunir condiciones fundamentales como son: De fácil y rápido acceso para los camiones recolectores, Permitir su utilización por largo plazo, de preferencia superior a 10 años, Contar con una topografía que permita un mayor volumen aprovechable por hectárea, Tener condiciones y características tales que se protejan los recursos naturales, Estar localizado de modo que el Relleno Sanitario no sea rechazado por la población, debido a molestias por la operación del mismo, Ofrecer la tierra para cobertura en cantidad y calidad adecuada dentro de la cercanía del mismo, Tener en regla todo lo relacionado con el uso y tenencia de la tierra.

Los factores de evaluación de la Metodología I a tomar en cuenta para la elección del lugar son: Vida útil del sitio, Tierra para cobertura, Topografía del sitio, Vías de acceso, Vientos dominantes, Ubicación del sitio, Geología, Hidrología, Hidrología superficial y Tenencia del terreno. Según estos criterios se ha realizado la evaluación de los tres lugares tentativos teniendo en cuenta las formulas de evaluación del método I (Salazar 1991); una analiza los factores de evaluación y la otra son los valores numéricos según las operaciones (excelente, buena y regular). De acuerdo a este método I la evaluación determina que el relleno sanitario de las pampas del Botadero de Reque es el mas adecuado para ser desarrollado con 4.017 puntos; el relleno sanitario de las pampas de Reque – Eten en segundo lugar con 3.942 puntos; y en tercer lugar el relleno sanitario de las pampas de Pimentel con 3.897 puntos.

La futura operación del relleno sanitario en las pampas del Botadero de Reque podría cumplir los objetivos de: ser el relleno sanitario de la Ciudad de Chiclayo, y remediar las zonas contaminadas.

#### METODO II: DEL ÍNDICE DE CALIDAD

La Metodología II se basa en una matriz de evaluación con puntuación y ponderación por rubros, realizada por especialistas que conocen la operatividad de un relleno sanitario mecanizado en el ámbito de la Municipalidad de Lima Metropolitana (Arenas 2002) la aplicación de la puntuación se basa en el conocimiento practico y operativo de los rellenos sanitarios que operan en la ciudad de Lima Portillo Grande y Huaycoloro.

La metodología se desarrolla de la siguiente manera: El equipo está constituido por tres profesionales, Cada profesional llenó la matriz, inicialmente en forma individual, Concluida esta fase se organizó la discusión para unificar conceptos y criterios y El informe final es un consenso de opiniones.

La forma de llenar la ficha es la siguiente: Las calificaciones van de 0 a 5, esta puntuación está en función de la gradualidad, entiéndase el máximo puntaje para

aquel concepto o característica que supere los requisitos mínimos señalados. En algunos casos que se detallaran en la explicación el puntaje máximo será asumido por la característica con mayor ventaja. Al efectuar las anotaciones del puntaje siempre considerar valores enteros, no existen fracciones ni decimales. En los casos que solo se cumplen con las especificaciones mínimas se anotaran el puntaje intermedio de 3 puntos.

Los factores a evaluar son: Titularidad del lugar, propiedad del terreno, costos del terreno, calificación de uso de la zona, tecnología de operación, distancia a la ciudad o centro de operación, población cercana y áreas disponible para la operación; Características de la infraestructura, tipo de suelo, napa freática, vientos, presencia de fauna, presencia de flora, grado de pendiente del suelo, vías alternas de comunicación, material de cobertura; Comunicación y otros, vías de acceso principal, vías de acceso secundarios, servicio de agua potable, servicio de energía eléctrica, permeabilidad del suelo; Complementarios, cuenta con estudios de evaluación, cuenta con planos preliminares y fácil accesibilidad de comunicación.

El orden de puntuación sitúa a las áreas de la siguiente forma: pampas del Botadero de Reque con 11.06 puntos, pampas de Reque – Eten con 10.21 puntos y pampas de Pimentel con 9.62 puntos.

#### ANÁLISIS DE COSTOS

Este análisis consistirá en la sumatoria de dos componentes fundamentales los costos infraestructura y los costos de operación de los rellenos sanitarios. Para ello se hará una simulación de la construcción de un relleno sanitario tipo en cada una de las tres alternativas planteadas pampas del Botadero de Reque, Pampas de Pimentel y Pampas de Reque – Eten.

Los Costos Totales

La comparación de costos totales nos permite determinar los costos totales que exige el desarrollo del relleno sanitario en cada uno de los lugares evaluados por los métodos I y II motivo de la investigación. Los costos totales están compuestos de los costos de la infraestructura y costo de la operación.

El cuadro N° 03 nos indica que el relleno sanitario de las Pampas del Botadero de Reque con un costo total de S/. 83'593,995.00 es el que presenta mayores ventajas en cuanto costos respecto a los sanitarios de Pimentel con S/. 84'160,064.00 y Reque – Eten con S/. 84'133,729.00.

Analizando los costos que genera la construcción de los rellenos sanitarios de las Pampas del Botadero de Reque, las Pampas de Pimentel y las Pampas de Reque en cuanto a sus costos de infraestructura compuesto a su vez por la adquisición de maquinaria, nivelación de terreno, instalaciones y vías; y los costos de operación compuestos por los costos de transporte, movimiento de tierra, plan de clausura, post-clausura y remediación del actual botadero de la ciudad de Chiclayo. Podemos determinar las condiciones más ventajosas de cada relleno sanitario respecto a los costos que generan.

Considerando el análisis de costos realizado, el relleno sanitario de las Pampas del Botadero de Reque es el que presenta las condiciones más ventajosas para desarrollar el proyecto.

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

En el análisis estadístico del índice de confiabilidad de los métodos de evaluación, previamente, se realizaron los análisis de varianza por cada una de los métodos evaluados, se probó las asunciones principales del análisis de varianza, para poder aplicar los análisis de la estadística paramétrica, como es la normalidad para el caso de las evaluaciones, por lo que se empleó el Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar, se emplearon 3 tratamientos con  $r_i$  repeticiones.

## METODO I: DE DECISIONES CON OBJETIVOS MÚLTIPLES

### Tamaño de Muestra

Se observa que el número óptimo de muestra es 32 datos, y que en nuestro caso, se tomaron 30 datos, por lo que se asume que el tamaño de muestra es representativo de la población, por lo que el proceso de inferencia tiene validez.

### Prueba de Normalidad

En el Grafico 01 se muestran los resultados de los intervalos de confianza (límites inferior y superior) al 95% de confianza para la distribución. La hipótesis para la prueba de normalidad fue: H0: los datos siguen una distribución normal vs. H1: los datos no siguen una distribución normal. La prueba estadística fue la correlación

### Homogeneidad de Varianzas

Una de los supuestos fundamentales del análisis de varianza, es la homogeneidad de varianzas, que usa la prueba de la varianza para realizar la prueba de la hipótesis para la igualdad o la homogeneidad de varianzas, usando las pruebas de Bartlett y Levene. La prueba de hipótesis planteada fue: H0: las varianzas son homogéneas, comparado con la alternativa H1: las varianzas no son homogéneas, como los valores del nivel de significación son mayores de  $\alpha=0.05$ , ( $P=0.957$  y  $P=0.975$ ) para los dos autores entonces aceptamos la hipótesis nula, indicando varianzas homogéneas, por lo que los análisis de varianza efectuados tienen validez. (Ver Grafico 02)

### Análisis de Varianza para Comparación de Lugares

Efectuado el análisis de varianza para esta característica no se encontró diferencias estadísticas para ninguna de las fuentes de variación de modelo, resultados que sugieren que la hipótesis nula sea aceptada, concluyéndose que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que los tratamientos no difieren entre sí. El coeficiente de variación fue de 10.77 %, valor bajo que muestran confiabilidad en la toma de los datos. (Bejarano et. al. 1995). El



promedio experimental fue de 0.395, de calificación. La prueba discriminatoria de promedios de Tukey (0.05), para tratamientos, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, teniendo valores para el Botadero de Reque, Pampas de Reque y Pampas de Pimentel, de 0.402, 0.394 y 0.390 de calificación, respectivamente (Ver Cuadro 04 y Grafico 03).

## METODO II: DEL ÍNDICE DE CALIDAD

### Tamaño De Muestra

Se observa que el número óptimo de muestra es 13 datos, y que en nuestro caso se consideraron 12 datos, por lo que se asume que la muestra es representativo de la población, por lo que el proceso de inferencia tiene validez.

### Prueba De Normalidad

Previo al análisis de varianza se probaron las principales asunciones del análisis de varianza como son la normalidad, se encontró que los datos tienen una distribución normal, debido a que todos los datos se encuentran dentro del cinturón de seguridad de la prueba (Grafico 04)

### Homogeneidad De Varianzas

Antes de efectuar el análisis de varianza se hizo la prueba de homogeneidad de varianzas; encontrándose que los datos presentan homogeneidad de varianzas, como lo demuestran los valores del nivel de significación de  $P > 0.05$  ( $P=0.975$ ) aceptándose la hipótesis nula. Las varianzas son homogéneas. (Ver Grafico 06)

### Análisis De Varianza Para Comparacion De Lugares

Efectuado el análisis de varianza para esta característica no se encontró diferencias estadísticas para ninguna de las fuentes de variación de modelo, resultados que sugieren que la hipótesis nula sea aceptada, concluyéndose que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que los tratamientos no difieren entre sí, para repeticiones tampoco se encontró diferencias estadísticas significativas.

El coeficiente de variación fue de 6.50 %, valor bajo que muestran confiabilidad en la toma de los datos. (Bejarano et. al. 1995). El promedio experimental fue de 2.557, de calificación

Efectuada la prueba discriminatoria de promedios de Tukey (0.05), para tratamientos, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrándose que el Botadero de Reque tiene la mayor calificación, con un valor de 2.745, aunque sin existir diferencias estadísticas con las Pampas de Reque, que tiene una calificación de 2.553. Mientras que las Pampas de Pimentel quedó ubicado al final del cuadro con solo una calificación de 2.375. (Ver Cuadro 05 y Grafico 06).

### **CONCLUSIONES**

1. De acuerdo al método I la evaluación determina que el relleno sanitario de las Pampas del Botadero de Reque es el mas adecuado para ser desarrollado con 4.017 puntos, el relleno sanitario de las Pampas de Reque – Eten en segundo lugar con 3.942 puntos; y en tercer lugar el relleno sanitario de las Pampas de Pimentel con 3.897 puntos.
2. De acuerdo al método II el orden de la evaluación sitúa a las áreas de la siguiente forma: En primer lugar las Pampas del Botadero de Reque con 10.98 puntos; en segundo lugar las Pampas de Reque – Eten con 10.21 puntos; y en tercer lugar las Pampas de Pimentel con 9.50 puntos.
3. El análisis de costos de infraestructura determina que el relleno sanitario de las Pampas del Botadero de Reque es el mas económico con S/. 17'482,606.00; en segundo lugar el relleno sanitario de las Pampas de Reque – Eten con S/. 19'121,639.00; y en tercer lugar el relleno sanitario de las Pampas de Pimentel con S/. 21'686,970.00.
4. El análisis de costos de operación determina que el relleno sanitario de las Pampas de Pimentel con un costo de operación en los 20 años de S/. 62'163,021.00 es la operación mas económica; y en el caso de la operación del relleno sanitario de las Pampas de Reque – Eten ocupa el segundo lugar con S/. 63'822,375.00; y en el caso de los costos de operación del relleno sanitario de las Pampas del Botadero de Reque ocupa el tercer lugar con S/. 64'371,254.00.

5. El análisis de los costos totales que viene a ser la sumatoria de los costos de infraestructura y los costos de operación determina que el relleno sanitario de las Pampas del Botadero de Reque con un costo total de S/. 83'593,995.00 es el que presenta mayores ventajas en cuanto costos respecto a los rellenos sanitarios de Pampas de Pimentel con S/. 84'160,064.00 y Pampas de Reque – Eten con S/. 84'133,729.00.
6. Las evaluaciones de los métodos I y II; y el análisis de costos determina que el relleno sanitario de las Pampas del Botadero de Reque es el que presenta mayores ventajas para su ejecución.
7. En el análisis estadístico se determina que el método II es el más preciso, por tener un coeficiente de variación mas bajo de 6.50% respecto al coeficiente de variación del método I que es de 10.77 %. Estos coeficientes de variación son bajos en ambos métodos I y II, por lo que los resultados merecen confianza.
8. En el análisis estadístico en ambos métodos I y II, los datos tienen distribución aproximadamente normal, en el método I el 77% de los datos se encuentra dentro del cinturón de seguridad de la prueba y en el método II el 100% de los datos se encuentra dentro del cinturón de seguridad de la prueba.
9. En el análisis de homogeneidad de varianzas en el método I la prueba de hipótesis nula se acepta ya que en la prueba de Bartlett's da 0.957 y la prueba de Levene da 0.975 siendo mayores que el limite mínimo de varianza de 0.05; en el método II la prueba de hipótesis nula se acepta ya que en la prueba de Bartlett's da 1.00 y la prueba de Levene da 0.975 siendo mayores que el limite mínimo de varianza de 0.05; por lo que los resultados tienen validez.
10. En el análisis estadístico en ambos métodos I y II, los tamaños de muestras son los adecuados y representativos de la población; ya que en el método I el tamaño de muestra es de 30 siendo 32 el numero optimo de datos; y en el método II el tamaño de muestra es de 12 siendo 13 el numero optimo de datos.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ALVA WALTER. 1994. “Sipan, Descubrimiento e Investigación”, Vol. I, Ed. Propia.
- DIRECCIÓN GENERAL DE PREVENCIÓN Y CONTROL AMBIENTAL DE MÉXICO. 1999. “Especificaciones Técnicas para la Elaboración de Proyectos Ejecutivos de Manejo y Disposición Final de los Residuos Sólidos Municipales”. Vol. I CEPIS / OPS / OMS.
- GLYNN HENRY - GARY HEINKE. 1999. “Ingeniería Ambiental”, Vol. II, Segunda Edición.
- INADUR. 1992. “Plan Director Chiclayo 2020” Vol. I, II y III; Ed. Propia.
- JARAMILLO JORGE. 1997. “Residuos Sólidos Municipales: Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales”, Ed. Organización Panamericana de la Salud, cuarta reimpresión.
- MIRANDA RICARDO. 1927. “Monografía del Departamento de Lambayeque”, Vol. I, Ed. Propia.
- SALAZAR CHAVESTA LORENZO. 1992. “Manual del Diseño: “Construcción y Operación de un Relleno Sanitario”, Vol. I, Ed. Gobierno Regional de Piura.
- REZZA EDITORES S.A. 1993. “Tratado del Medio Ambiente”, Vol. 4, Primera Edición.
- S.R.C.ASOCIADOS S.R.L. 2002. “Proyecto Saneamiento Básico y Limpieza Pública de la Ciudad de Chiclayo”, Vol. I, II y III; Ed. Propia.
- TCHOBANOGLOUS – THEISEN – VIGIL. 1994 . “Gestión Integral de Residuos Sólidos”, Vol. I y II., Ed. Mc Graw Hill.