

MODELO DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD PARA UN RELLENO SANITARIO

MODEL OF VALUATION OF THE QUALITY FOR A SANITARY FILLING

Shalimar Carolina Monasterio Alemán¹

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue el diseño de un Modelo de Valoración de Calidad. La investigación es de tipo descriptiva-proyectiva; con diseño transversal. Previa revisión documental se construyó un instrumento de medición conformado por 37 ítems, y se estableció una escala de tipo intervalo de 1 a 4, para determinar lo de acuerdo o en desacuerdo que se estaba con las afirmaciones. El mismo fue validado por expertos y presentó una confiabilidad con un coeficiente Alpha de Cronbach's de 0,875, se aplicó a 12 informantes claves con un nivel de formación sobre los aspectos técnicos-operativos del relleno sanitario. A través del método de mínimos cuadrados parciales (PLS), se modeló la valoración de la calidad, con la identificación de la matriz X de las subdimensiones (condiciones de operación, uso de equipos y maquinarias, ubicación, capacidad de respuesta, fiabilidad, elementos tangibles y seguridad) como variables independientes y de la matriz Y, a través de la información recogida por la entrevista estructurada por un baremo, que evalúa la calidad en cuatro (4) categorías. Se obtuvo que el 50% de los informantes claves indicó que La Ciénaga tiene Baja Calidad. De las afirmaciones del instrumento se tiene que, para las subdimensiones capacidad de respuesta y seguridad, el 59% y 67% de los informantes claves, respectivamente, estuvieron fuertemente en desacuerdo. El método PLS arrojó que, con un número menor de componentes (4), se explica un 84% de la varianza total de la variable de respuesta. El modelo de valoración de calidad puede ser reducido en un modelo genérico, permitiendo medir la calidad a partir de variables independientes. Los resultados demuestran que las subdimensiones con mayores problemas son la de capacidad de respuesta y seguridad; finalmente, el modelo reducido queda definido por las variables independientes: Componentes técnico-operativos, Materiales y Equipos, Fiabilidad y Trabajo seguro.

Palabras clave: Relleno Sanitario, calidad objetiva, dimensiones técnicas-operativas, método de mínimo cuadrados parciales.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was the design of a Quality Assessment Model. The research is descriptive-projective with transactional design. Previous document review built a measurement instrument consists of 37 items, and established a range type scale 1-4 to determine what to agree or disagree that it was with the statements, it was validated by experts and presented a reliability with Cronbach's alpha coefficient of 0,875 was applied to 12 key informants with a level of training on the technical-operational landfill. Through the method of partial least squares (PLS),

¹Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, Departamento de Producción. La Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela.

Autor para correspondencia: smonasterio@fing.luz.edu.ve

Recibido: 15.01.2013 Aceptado: 16.04.2013

was modeled assessment of quality, with the identification of the matrix X of the subdimensiones (operating conditions, use of equipment and machinery, location, responsiveness, reliability, elements tangible and security) as independent variables and the matrix Y, by information collected by the structured interview by a scale that assesses the quality of four (4) categories. It was found that 50% of key informants indicate that La Cienega has Low Quality. From the statements of the instrument must be for the sub-dimensions of responsiveness and safety, 59% and 67% of key informants were strongly disagree respectively. The PLS method, showed that with a smaller number of components (4) explained 84% of the total variance of the response variable. The quality assessment model can be reduced in a generic model, allowing measure quality from independent variables. The results demonstrate that the sub-dimensions with major problems are responsiveness and safety, and finally the reduced model is defined by the independent variables: technical-operational Components, Materials, and Equipment Reliability and Safe work.

Keywords: Landfill, Quality objective, operational technical dimensions, partial least-squares methods.

INTRODUCCIÓN

El problema de los desechos o basura, está presente en la mayoría de las ciudades y municipios del país. Por su inadecuada gestión tiende a agravarse en determinadas regiones, como consecuencia de múltiples factores; entre ellos, el acelerado crecimiento de la población y su concentración en áreas urbanas, el desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo, el uso generalizado de envases, empaques y materiales desechables que aumentan considerablemente la cantidad de residuos.

Este panorama se agrava debido a la crisis económica y a la debilidad institucional, que obligan a reducir el gasto público y a mantener tarifas bajas. Además, la escasa educación sanitaria y participación ciudadana generan una gran resistencia al momento de pagar los costos que implican el manejo y la disposición de residuos, en detrimento de la calidad del servicio de aseo urbano, lo que constituye otra de las causas raíz del problema. Es evidente que estas circunstancias comprometen la salud pública, aumentan la contaminación de los recursos naturales y deterioran la calidad de vida de la población.

Es por ello que la gestión de los residuos sólidos es una tarea muy compleja, que ha llegado a convertirse en un problema para algunos países, debido a múltiples factores, entre los que se encuentran el crecimiento de la población, el aumento en la generación de los desechos, crisis económica, poca educación sanitaria y participación ciudadana, situación que se refleja en la falta de limpieza de las áreas públicas y en la recuperación de los residuos en la calle, sólo por mencionar algunas consecuencias probables; de allí que sea necesario definirla.

Según la Asociación para la defensa del ambiente y de la naturaleza (Adan, 2000), la gestión de residuos sólidos es la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, procesamiento y disposición final de residuos sólidos, de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas. Dentro de su ámbito, la gestión de residuos sólidos incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y de ingeniería involucradas en las soluciones de todos los problemas de dichos residuos, las cuales pueden implicar relaciones interdisciplinarias complejas entre campos como la ciencia política, el urbanismo, la planificación regional, la geografía, la economía, la salud pública, la

sociología, la demografía, las comunicaciones y la conservación, así como la ingeniería y la ciencia de los materiales.

El proceso a estudiar es el cierre de la gestión de residuos, es decir, la disposición final. Específicamente, uno de los métodos, como es el relleno sanitario, que según Jaramillo (2002), el relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

El Decreto N° 182 de 1986, de la Alcaldía del Municipio Maracaibo del Estado Zulia, indica que los desechos y residuos sólidos recolectados en el Municipio Maracaibo son vertidos en el Relleno Sanitario "La Ciénaga", el cual se encuentra ubicado en un terreno propiedad del Instituto Municipal de Aseo Urbano (IMAU); que en virtud de la actividad que se produce en este relleno, como consecuencia de la recolección de desechos, un gran número de personas conocidas como traperos, se dedica a trabajar de manera informal en estas labores de recolección y clasificación, y que es necesario aplicar medidas destinadas a mejorar las condiciones de vida de estos trabajadores informales.

Es de carácter de urgente ejercer acciones destinadas a mejorar las condiciones sociales, ambientales y de salubridad en el Relleno Sanitario "La Ciénaga", y a tales fines es necesario crear una estructura organizativa que permita garantizar la ejecución de un Plan especial para abordar la problemática del funcionamiento del mismo, a los fines de adaptar su funcionamiento a la normativa prevista en materia de tratamiento de desechos.

Ante esta situación, es imprescindible que los municipios, específicamente el Municipio Maracaibo del Estado Zulia y sus organismos competentes, fortalezcan la gestión de los residuos sólidos. Una forma de regular la disposición final de los mismos es a través de los rellenos sanitarios, siendo estos los lugares destinados a la disposición final de desechos o basura, en los cuales se toman múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la basura como son los tiraderos, dichas medidas son, por ejemplo, el estudio meticoloso de impacto ambiental, económico y social desde la planeación y elección del lugar hasta la vigilancia y estudio del lugar en toda la vida del vertedero.

Los rellenos sanitarios poseen muchas ventajas, que los catalogan como una solución atractiva para el problema de los desechos, tales como: bajo costo inicial, operación y mantenimiento, aprovechamiento de terrenos que hayan sido considerados improductivos o marginales; pueden empezar a trabajar en poco tiempo como métodos de eliminación, se consideran flexibles, ya que no precisan de instalaciones permanentes y fijas, y también debido a que están aptos para recibir mayores cantidades adicionales de desechos con poco incremento de personal, entre otras ventajas. Asimismo, hay puntos de control (Variables de Calidad), los cuales se deben tomar en cuenta para que dichas ventajas y beneficios verdaderamente lleguen a la población, es por ello que una buena planificación basada en la concientización del ciudadano, y con una adecuada gestión y operación de los rellenos sanitarios, se puede prevenir la contaminación del suelo, aire, agua y desvalorización de terrenos aledaños.

Pero todo no queda allí: el hecho de contar con un lugar que le pueda dar una disposición final a los residuos no soluciona el problema, si el mismo no se encuentra en una operatividad óptima. Es decir, su funcionamiento no se encuentre apegado a los requerimientos que a nivel

nacional e internacional debe cumplir según las leyes, reglamentos y decretos; por esta razón se hace necesario diseñar un Modelo de valoración de la calidad para un relleno sanitario en la ciudad de Maracaibo, que permita evaluar la gestión en pro de la calidad de operativa y su impacto en el bienestar de la población; y es que los modelos de calidad de servicio pueden ser empleados en diferentes áreas, realizando las distintas adaptaciones, como se aprecia en la investigación abordada por Vergara et al.,(2011). El objetivo de esta investigación es diseñar un Modelo de valoración de la calidad para un relleno sanitario en la ciudad de Maracaibo. Es por ello que se describirá a través de artículos de ley, reglamentos y normativas nacionales e internacionales, el funcionamiento de un relleno sanitario, para luego identificar las variables de calidad operativa, y finalmente construir el modelo de valoración.

MATERIALES Y MÉTODOS

La medición de la calidad se basó en la escala SERVQUAL, ya que según Castillo (2005) la calidad del servicio desarrollada por Zeithaml et al., (1992), con el auspicio del Marketing Science Institute en 1988, ha experimentado mejoras y revisiones validadas en América Latina por Michelsen Consulting, con el apoyo del nuevo Instituto Latinoamericano de Calidad en los Servicios. El Estudio de Validación concluyó en Junio de 1992; por tanto, es de gran utilidad y uso para realizar este tipo de medición, adaptándola de modo tal que incluya las dimensiones técnico-operativas de un relleno sanitario. Es por ello que para la medición de la calidad de un relleno sanitario en la ciudad de Maracaibo se construyeron dos macro dimensiones: una enfocada en el funcionamiento del mismo, (calidad objetiva) y la otra en la calidad subjetiva, y estudiar la interacción entre ambas dimensiones macro, las cuales se aprecian en la tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones y sub-dimensiones para la medición de la Calidad

Dimensión 1	Dimensión 2
Funcionamiento del relleno sanitario	Variables de Calidad del relleno sanitario
• Sub-Dimensiones	Sub-Dimensiones
<ul style="list-style-type: none">• Condiciones de operación• Uso de equipos y maquinarias• Ubicación	<ul style="list-style-type: none">• Fiabilidad• Capacidad de Respuesta• Elementos Tangibles• Seguridad

Fuente: Monasterio, 2011

Las dimensiones macro se diseñaron partiendo del enfoque de estudio, ya que se encuentra a un nivel técnico-operativo, debido a la naturaleza del comportamiento del relleno sanitario, donde el cliente para las variables de calidad son los trabajadores y personal que interactúa, y conoce el funcionamiento del mismo para las Variables de Calidad, como se mostró en la tabla 1. Las subdimensiones concuerdan con el modelo de las investigaciones Parasuraman, Zeithaml & Berry (1992), siendo excluida la empatía, ya que por lo anteriormente expuesto es un dimensión que no aplica por estar el estudio a nivel técnico-operativo, y la de Funcionamiento fue orientada hacia los indicadores de gestión operativa y control del relleno sanitario.

La escala para medir la calidad a nivel técnico- operativo de un relleno sanitario estuvo constituida por cuatro categorías, basada en una variable de intervalo tipo Likert, la cual indica qué tan de acuerdo o desacuerdo están con las afirmaciones del instrumento diseñado para tal fin, categorizándolas de la siguiente manera: 1) fuertemente en desacuerdo, 2) muy en desacuerdo, 3) muy de acuerdo, y 4) fuertemente de acuerdo. El criterio de confiabilidad del instrumento

se determinó a través del coeficiente de Alfa Cronbach's, que produce valores que oscilan entre cero y uno (Hernández et. al., 1997), para ello se realizó el pre-test o prueba piloto, utilizando una muestra equivalente al 10% del tamaño de la muestra para el estudio definitivo, y de esta manera tener un acercamiento mayor a la confiabilidad. Se obtuvo un Alpha de Cronbach's, empleando el programa estadístico SPSS versión 17, de 0.875; por tanto, el instrumento de recolección de datos diseñado tiene una fuerte confiabilidad. (Tabla 2)

Tabla 2. Instrumento para la medición de la calidad

Dimensión 1

Funcionamiento del relleno sanitario

Sub-Dimensión: Condiciones de operación

1. Los procesos de esparcido y compactación, extracción y transporte del material de cobertura forman parte del funcionamiento del relleno sanitario.
2. El terreno cuenta con abundante material de cobertura.
7. El terreno es arcilloso, para una buena permeabilidad y absorción de contaminantes.
10. Las parcelas o celdas son construidas al lado o encima de la celda o parcela anterior.
13. Se esparcen los residuos en capas delgadas de 0,2 a 0,30 metros.
17. Es fácil retirar o extraer el material de cobertura.
20. Los residuos se depositen en la parte inferior de la inclinación.
21. Se realizan los análisis de laboratorio de las muestras de aguas subterráneas y superficiales cercanas.
24. Los residuos se depositan en la parte superior de la celda o parcela ya terminada.
26. En el relleno sanitario se disponen residuos peligrosos, Inflamables y corrosivos, hospitalarios entre otros.
27. Las operaciones de un relleno sanitario manual dependen en su mayoría del personal involucrado en la tarea.

Sub-Dimensión: Uso de equipos y Maquinaria

3. Los equipos que se utilizan en el relleno sanitario son tractores o retroexcavadoras.
31. Se emplean equipos pesados para la compactación.

Sub-Dimensión: Ubicación

9. Los pozos de monitoreo para prevenir cualquier riesgo de inundación están situados, como mínimo, a unos 10, 20 y 50 m del área del relleno.
18. El terreno está ubicado aguas abajo de la captación del agua destinada para el consumo humano.

Dimensión 2

Variables de Calidad del relleno sanitario

Sub-Dimensión: Fiabilidad

14. El relleno sanitario es una solución sanitaria para Maracaibo.
29. Se requiere del apoyo de los distintos sectores de la población durante las fases de operación y mantenimiento.
36. El relleno sanitario representa un problema social.

Sub-Dimensión: Capacidad de Respuesta

5. Los trabajadores del relleno sanitario conocen el procedimiento para formar las celdas o parcelas para la disposición de los residuos.
Fuente: Monasterio, 2011.

Tabla 2: Instrumento para la medición de la calidad. Continuación

Sub-Dimensión: Elementos Tangibles

- 6. El relleno sanitario posee una planta de tratamiento para los líquidos que traspasan la geomembrana.
- 8. El relleno sanitario cuenta con cerco perimetral, de preferencia con vegetación.
- 15. El relleno sanitario posee un patio de maniobras de alrededor de 200 metros cuadrados (10 x 20), para que el(los) vehículo(s) recolector(es) pueda(n) maniobrar y descargar los residuos en el frente de trabajo.
- 22. El relleno sanitario cuenta con desagües para los líquidos que traspasan la geomembrana.
- 25. El relleno sanitario cuenta con tubos de ventilación para gas Metano
- 30. El relleno sanitario posee una caseta de control.
- 33. El relleno tiene canales de captación de aguas subterráneas para tomas de muestras
- 34. El relleno sanitario cuenta con caminos y drenaje pluvial internos.
- 35. El relleno sanitario cuenta con una planta de triar o de clasificación para los residuos.
- 37. El relleno sanitario tiene una geomembrana para prevenir el traspaso de líquidos a las aguas subterráneas.

Sub-Dimensión: Seguridad

- 4. Se realizan fumigaciones en el área del relleno.
- 11. El relleno sanitario cuenta con un almacén, vestuarios y servicios higiénicos.
- 12. Los tubos de ventilación se observan permanentemente para verificar su funcionamiento.
- 16. Hay presencia de insectos, roedores, aves, que se alimentan de desperdicios y cadáveres.
- 19. Se cuenta con indicadores de control operativos.
- 23. Los materiales combustibles como papel, cartón, plásticos, caucho o cualquier otro elemento, son quemados en el relleno sanitario.
- 28. El relleno sanitario posee un estudio de impacto ambiental.
- 32. El relleno sanitario posee equipos de seguridad e higiene ocupacional para el personal.

Fuente: Monasterio, 2011.

Según Hurtado y Toro (2001), la población se compone de todos los elementos que van a ser estudiados y a quienes podrán ser generalizados los resultados de la investigación, una vez concluida ésta, para lo que es necesario que la muestra con la cual se trabaje sea representativa de la población; por tanto, la población para esta investigación es el universo conformado por los profesionales que conocen los aspectos técnico-operativos del relleno sanitario "La Ciénaga", que presentan nivel de preparación técnica y universitaria. En la determinación de la muestra se empleó la técnica cualitativa de selección denominada "Informantes claves", ya que son aquellos que disponen del conocimiento y la experiencia que se requiere, habilidad para reflexionar, se expresan con claridad, tienen tiempo y están dispuestos a participar en el estudio; es decir, puede ser considerado un muestreo intencional y dirigido (Colas, 1998). Se contó con 12 informantes claves, que forman parte del Ministerio del Poder Popular para el

Ambiente y Recursos Naturales, del Instituto Medio Ambiental (IMA), y también se contó con el Fiscal Ambiental del Estado Zulia. Luego de la recolección de la información se utilizó el método de mínimos cuadrados parciales (PLS) para levantar el modelo de valoración, a través del programa Matlab 2009R.

RESULTADOS

Estudio descriptivo de la calidad del relleno sanitario La Ciénaga

Los métodos de la Estadística Descriptiva o Análisis Exploratorio de Datos según Orellana (2001), ayudan a presentar los datos de modo tal que sobresalga su estructura. Se determinó un promedio aritmético a las puntuaciones obtenidas a través de la escala de intervalo diseñada, obteniéndose una matriz de valoraciones promedio de cada subdimensión por cada informante clave (caso). (Tabla 3)

Tabla 3. Promedios por subdimensión

PROMEDIO SUBDIMENSIÓN							
Caso	Condiciones de operación	Uso de Equipos y maquinarias	Ubicación	Fiabilidad	Capacidad de Respuesta	Elementos Tangibles	Seguridad
1	2	3	1	3	3	1	1
2	2	2	3	3	1	3	1
3	3	3	4	3	3	2	2
4	2	3	2	3	2	1	1
5	2	2	3	3	1	3	1
6	3	3	4	3	4	4	4
7	2	2	3	3	1	3	1
8	2	2	3	3	1	3	1
9	2	3	2	3	1	2	2
10	2	2	3	3	1	3	1
11	2	4	2	4	1	2	1
12	3	3	2	3	3	1	2

Fuente: Monasterio, 2011

Se aplicaron frecuencias relativas para las respuestas obtenidas por dimensión, y se obtuvo que el 75% de los informantes claves estuvieron muy en desacuerdo con las afirmaciones planteadas para las condiciones de operación. El 50% estuvo muy de acuerdo con las afirmaciones planteadas para el uso de equipos y maquinaria. Por su parte, el 42% de los informantes claves estuvo muy de acuerdo con las afirmaciones planteadas para la ubicación. El 92% estuvo muy de acuerdo con las afirmaciones planteadas para la fiabilidad. El 59% de los informantes claves estuvo fuertemente en desacuerdo con las afirmaciones planteadas para la capacidad de respuesta. Por otro lado, el 42% de los informantes claves estuvo muy de acuerdo con las afirmaciones planteadas para elementos tangibles; mientras que el 67% de los mismos estuvo fuertemente en desacuerdo con las afirmaciones planteadas para la seguridad.

Método de Mínimos Cuadrados Parciales (PLS)

El PLS se adapta mejor para aplicaciones predictivas y de desarrollo de la teoría (análisis exploratorio), aunque también puede ser usada para la confirmación de la teoría (análisis confirmatorio). PLS puede ser más adecuado para fines predictivos (Chin, 2003). En efecto, Wold (1979) afirma que PLS se orienta principalmente para el análisis causal predictivo en situaciones de alta complejidad, pero con un conocimiento teórico poco desarrollado. Barclay (1995) concluyen que PLS se recomienda generalmente en modelos de investigación predictivos, donde el énfasis se coloca en el desarrollo de una teoría naciente.

Para el diseño del Modelo de Valoración de la Calidad de un relleno sanitario para la ciudad de Maracaibo, se tomó el método de PLS, ya que la muestra conformada por los informantes claves es pequeña ($n < 30$). No es necesario que sigan los datos una distribución conocida, y la variable es de tipo intervalo, aplicando el programa Matlab R2009, plsregress (X,Y, ncomp), donde plsregress es el comando de regresión para PLS, X es la matriz de las variables independientes dada por los promedios de las subdimensiones, la cual ya está definida, Y es el vector de la variable dependiente, definida a través de una única pregunta de selección simple: ¿Cómo considera la calidad del relleno sanitario?, la cual tenía como opciones de respuesta: baja (0-1), media (1-2), buena (2-3) y alta (3-4) y finalmente ncomp, es el número de componentes constituido por el número de variables independientes menos 2, según configuración del algoritmo, obteniéndose en forma matricial el modelo:

$$\begin{matrix} \circ \\ \left[\begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \\ 1 \\ 0 \\ 2 \end{array} \right] \end{matrix} = \begin{matrix} \begin{matrix} \beta_0 & \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & \beta_4 & \beta_5 & \beta_6 & \beta_7 \end{matrix} \\ \left[\begin{array}{cccccccc} 1 & 2 & 3 & 1 & 3 & 3 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 3 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 3 & 3 & 4 & 3 & 3 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 3 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 3 & 3 & 4 & 3 & 4 & 4 & 4 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 3 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 3 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 3 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 3 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 4 & 2 & 4 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 3 & 2 & 3 & 3 & 1 & 2 \end{array} \right] \end{matrix} \times \begin{matrix} \left[\begin{array}{c} 4.9983 \\ 0.4397 \\ -0.1982 \\ 0.7022 \\ -0.8533 \\ -0.9276 \\ -1.5506 \\ 0.9677 \end{array} \right] \end{matrix} + \varepsilon$$

El modelo de regresión por PLS, para la valoración de la calidad de un relleno sanitario en la ciudad de Maracaibo, bajo las condiciones actuales, queda estructurado en una ecuación de predicción de la siguiente manera:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7$$

$$y = 4,9983 + 0,4397X_1 - 0,1982X_2 + 0,7022X_3 - 0,8533X_4 - 0,9276X_5 - 1,5506X_6 + 0,9677X_7$$

Donde:

- ✓ X1= Condiciones de operación
- ✓ X2= Uso de Equipos y maquinarias
- ✓ X3= Ubicación

- ✓ X4= Fiabilidad
- ✓ X5= Capacidad de Respuesta
- ✓ X6= Elementos Tangibles
- ✓ X7= Seguridad

Se aplicó el comando `>>plot (1:5,cumsum(100*PCTVAR(2,:)),'-bo')`; para obtener un gráfico en función del número de componentes y el porcentaje de varianza total leído por los componentes, como se muestra en la figura 1, donde se aprecia que con un número de componentes menor (4 componentes) al modelo original permite seguir leyendo alrededor del 84% de la varianza total.

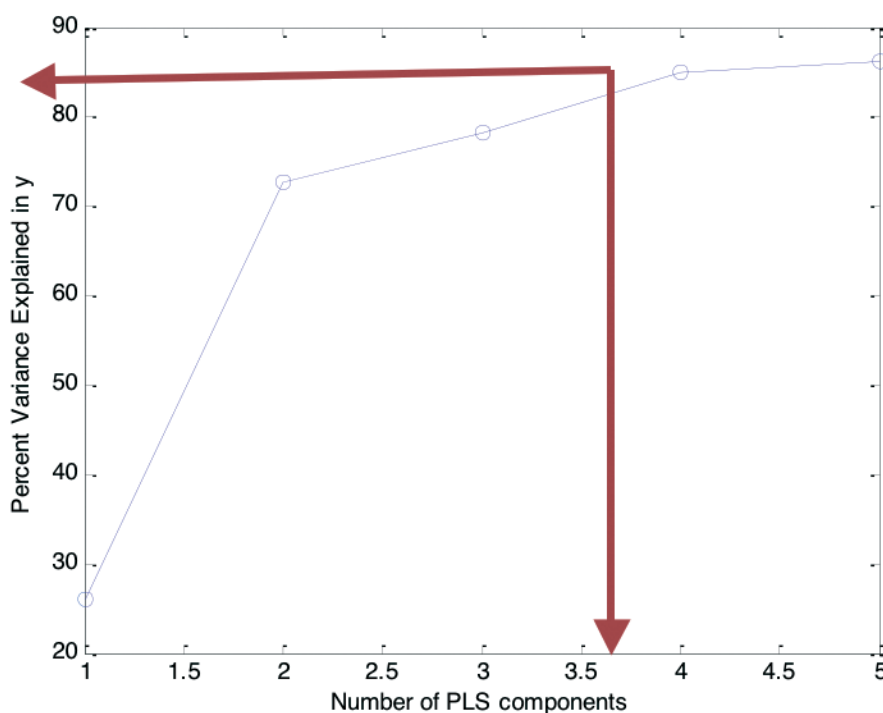


Figura 1. No. de componentes reducidos
Fuente: Monasterio, 2011

Para relacionar las variables independientes con la reducción de componentes, se determinó el peso de cada variable predictora en función de los componentes, como se muestra en la figura 2.

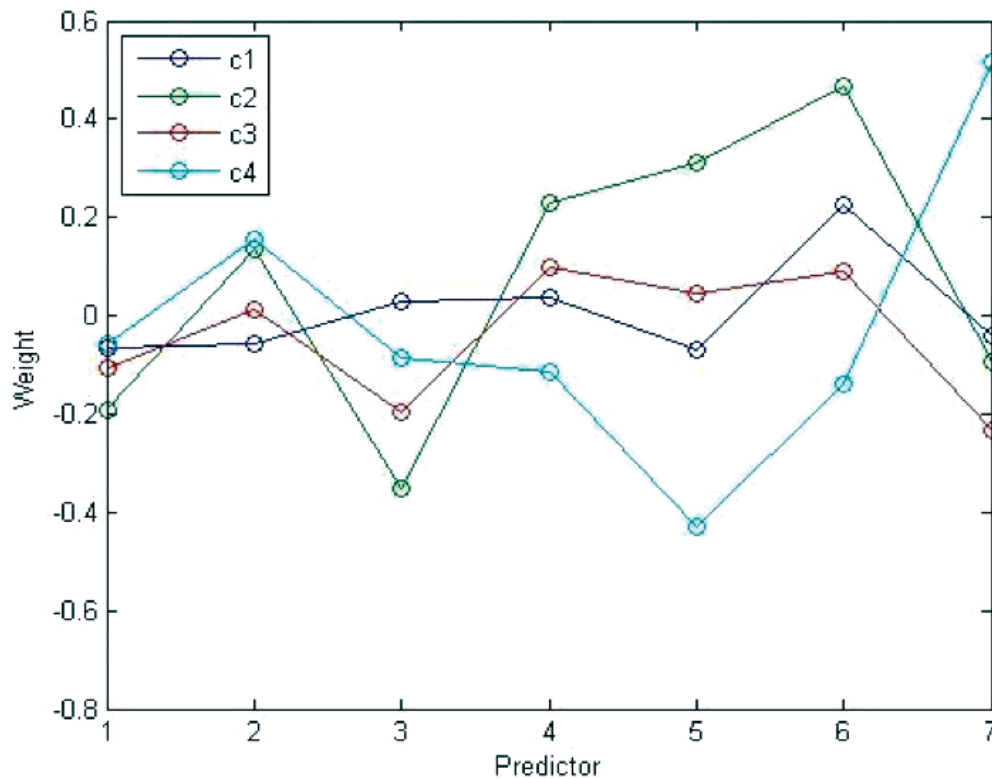


Figura 2. Pesos de los Componentes en cada variable independiente
 Fuente: Monasterio, 2011.

De la figura 2, se puede identificar los componentes en los cuales está incluido cada variable independiente o predictiva, tal como lo muestra la tabla 4.

Tabla 4. Componentes vs. Variables independientes

Variables Independientes	Componentes
X_1 = Condiciones de operación	C_1, C_4
X_2 = Uso de Equipos y maquinarias	C_2, C_4
X_3 = Ubicación	C_1, C_4
X_4 = Fiabilidad	C_2, C_3
X_5 = Capacidad de Respuesta	C_2, C_3
X_6 = Elementos Tangibles	C_2, C_1
X_7 = Seguridad	C_4, C_1

El proceso de asociación anterior, permite observar cómo algunas variables independientes pueden agruparse en un número menor de componentes, reduciendo el modelo de valoración original, en uno más sencillo pero igualmente válido y robusto, a diferencia de la investigación de Saéz (2010), en la cual se incrementó el número de componentes. Por tanto, el nuevo modelo genérico estaría regido por la siguiente ecuación de predicción:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4$$
$$\text{Calidad} = \beta_0 + \beta_1 \text{Elementos operativos} + \beta_2 \text{Localización} + \beta_3 \text{Confiabilidad} + \beta_4 \text{Trabajo seguro}$$

Luego de obtener el modelo de predicción y valoración para la calidad, al aplicarlo se obtendrá un valor; con éste se entra a la tabla 5, la cual presenta un baremo indicando en qué categoría se encuentra el relleno sanitario.

Tabla 5: Baremo para la medición de la Calidad

Categorías	Escala
Baja Calidad	0-1
Mediana Calidad	1-2
Buena Calidad	2-3
Alta Calidad	3-4

Fuente: Monasterio, 2011.

DISCUSIÓN

La dimensión de Variables de Calidad fue medida a través de la adaptación de escalas ya determinadas como la SERVQUAL, empleando como subdimensiones las que estipulan dichas escalas con el diseño de ítems asociados a la naturaleza de los rellenos sanitarios. Los ítems redactados son afirmaciones que están sujetas al deber ser; por tanto, el estudio descriptivo arrojado de la aplicación del instrumento indica que el 67% de los informantes claves estuvo fuertemente en desacuerdo con las afirmaciones planteadas para la subdimensión de seguridad. Es decir que existen en la actualidad deficiencias en dicha dimensión, siendo las más resaltantes los ítems 16 y 32, ya que presentaron los menores promedio por ítem. O sea que el relleno sanitario tiene deficiencias en cuanto a la disposición de equipos de seguridad e higiene ocupacional para el personal y la presencia de insectos, roedores, aves, que se alimentan de desperdicios y cadáveres.

El 59% de los informantes claves estuvo fuertemente en desacuerdo con las afirmaciones planteadas para la capacidad de respuesta; es decir la mayoría coincide en que los trabajadores del relleno sanitario desconoce el procedimiento para formar las celdas o parcelas para la disposición de los residuos, y es que verídicamente dicha conformación no se ejecuta en el área operativa. El 42% de los informantes claves estuvo muy en desacuerdo con las afirmaciones planteadas para el uso de equipos y maquinaria; es decir, no se emplean equipos pesados para la compactación, ya que esta actividad operativa no se ejecuta.

El 75% de los informantes claves estuvo muy en desacuerdo con las afirmaciones planteadas para las condiciones de operación; específicamente se revela que no se esparcen los residuos en capas delgadas de 0,2 a 0,30 metros, como lo amerita según las guías de construcción. Además, no se realizan los análisis de laboratorio de las muestras de aguas subterráneas y superficiales cercanas, como medidas de control operativo. De la entrevista estructurada sobre la

puntuación de calidad que se le daría al relleno sanitario La Ciénaga, el 50% de los informantes claves indica que cae en la primera categoría de calidad dentro del baremo para la evaluación; es decir, según su experiencia dicho relleno, hoy denominado por los expertos como botadero a cielo abierto, posee una Baja Calidad. Esto permite la toma de decisiones sobre el cierre definitivo del relleno sanitario.

El modelo de regresión para la valoración de calidad de un relleno sanitario en la ciudad de Maracaibo, basado en el método PLS, es un modelo estructural asociado a la problemática actual del relleno sanitario La Ciénaga, considerando las subdimensiones establecidas para este estudio. Es por ello que se propone un modelo bajo el método de PLS reducido genérico, que permita bajo un nuevo redimensionamiento su aplicación para la valoración de la calidad de cualquier relleno sanitario. De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se propone un modelo de regresión reducido a 4 componentes, siendo éste el producto de la investigación, entendiendo por componentes las subdimensiones; estas fueron redefinidas de acuerdo a las correlaciones entre las variables independientes, y su repercusión en el proceso de valoración de calidad, quedando establecidas de la siguiente manera:

C1: Componentes técnico-operativos

Está referido a todos los elementos que a nivel técnico, así como en procesos operativos, debe cumplir el relleno sanitario para considerarse que trabaja con calidad, involucra desde la localización del terreno, distribución de planta, hasta los procesos y actividades operativas.

C2: Materiales y Equipos

Esta dimensión corresponde a los equipos y maquinarias con los cuales debe contar el relleno sanitario, de acuerdo a las especificaciones de la cantidad de población y desechos sólidos de los cuales se encarga; también se incorporan los materiales que se emplean en las construcción de las celdas y operaciones del mismo.

C3: Fiabilidad

La dimensión Fiabilidad conserva su definición original, recordando que es la "habilidad para ejecutar el servicio prometido de forma fiable y cuidadosa", y es que dentro del modelo de valoración de calidad ajustado se hace imprescindible hacerle seguimiento a esta dimensión.

C4: Trabajo seguro

Para esta dimensión se conservó el alcance de la dimensión de seguridad, pero queriendo abarcar también las condiciones y actos inseguros, así como también índices de accidentalidad y enfermedades ocupacionales, partiendo de las normativas existentes en materia de Seguridad, Higiene y Ambiente.

REFERENCIAS

ADAN. Asociación para la defensa del ambiente y de la naturaleza [en línea]. Texinfo ed. 1, diciembre 2000. [citado 10 agosto 2011]. Disponible en:<http://www.arqhys.com>.

BARCLAY, D.; et. al. The Partial Least Squares (PLS) Approach to Causal Modelling: Personal Computer Adoption and Use as an Illustration, *Technology Studies, Special Issue on Research Methodology*, EE.UU.1995. (2:2), pp. 285-309.

CASTILLO, Eduardo. Escala Multidimensional SERVQUAL. Facultad de Ciencias Empresariales. Universidad del Bío-Bío, Chile. Recopilación. 2005. pp. 5-10.

CHIN, W.W.; MARCOLIN, B.L. and NEWSTED. P.R. A Partial least squares latent variable modeling approach for measuring interaction effects: results from a Monte Carlo simulation study and an electronic mail emotion/ adoption study. *Information Systems Research*, EE.UU. 2003. vol. 14 no2. pp. 189-217.

COLÁS, P. El análisis cualitativo de datos. Métodos de investigación en Psicopedagogía. Madrid: Mc Grau-Hill. 1998. 18 p.

Decreto N° 182. Consejo Municipal del Distrito Maracaibo. Ordenanza de la Reforma Parcial de la Ordenanza sobre Creación del Instituto Municipal del Aseo Urbano y Domiciliario del Distrito Maracaibo. Maracaibo, 9 de Julio de 1986. Extraordinario N° 134. Venezuela, 6p.

HERNÁNDEZ C.; et. al. Reducción y reciclaje de los residuos sólidos municipales. México, Programa Universitario del Medio Ambiente. 1997. 333 p. ISBN:9789683659873.

HURTADO, I., and TORO, G. Paradigmas y Métodos de Investigación en Tiempos de Cambio (4ta ed); Episteme: Valencia. Venezuela. 2001. 180 p. ISBN: 980-328-413-4

JARAMILLO, J. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. División de Salud y Medio Ambiente. Programa de Salud Ambiental. Colombia. 2002. 303 p.

ORELLANA L. Estadística Descriptiva. Texinfo ed. 1, enero 2001. [Fecha consulta 20 septiembre 2011]. Disponible en: http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf

SAÉZ, A. Factores críticos para la medición de la calidad de servicio del aseo urbano en el municipio Maracaibo. Trabajo de ascenso de la Universidad del Zulia. Venezuela. 2010.

SPSS. SPSS/PC+4.0 Base Manual Chicago: SPSS. 1990. Versión 8.0

VERGARAJ., QUESADAV. y BLANCO, I. "Análisis de la calidad en el servicio y satisfacción de los usuarios en dos hoteles cinco estrellas de la ciudad de Cartagena (Colombia) mediante un modelo de ecuaciones estructurales". *Revista Chilena de Ingeniería*. 2011. vol. 19 N° 3, 2011, pp. 420-428.

WOLD, H. *Model Construction and Evaluation when Theoretical Knowledge Is Scarce: An Example of the Use of Partial Least Squares*. Département D'Économétrie. Genève: Faculté des Sciences Économiques et Sociales, Université de Genève. 1979. p. 47-74.

ZEITHAML, V.; PARASURAMAN A; BERRY, L. *Calidad total en la Gestión de Servicio*. Editorial Díaz de Santos. España. 1992. 272 p.