

Analysis of Non-Hazardous Solid Waste Generated at the Escuela Superior Politécnica Del Litoral ± Gustavo Galindo

OPSX/910/HU0L0HU0

José Alejandro Cedeño Mendoza, Ingeniero¹, Luis Armando Vilca Moreno, Ingeniero², y Alby del Pilar Aguilar Pesantes, M.Sc.³

^{1,2,3} Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, neojacm@gmail.com, lvilca90@gmail.com y albdagui@espol.edu.ec

Abstract □ ***This research paper permitted the determination of the character and rate that non-hazardous waste was generated at the Escuela Superior Politécnica Del Litoral*** DRDOLGRDPSR00□

The study was carried out by sampling at eight stations located and selected within the campus. Over a period of 12 days solid waste was separated and weighed in principle categories: organics, plastic or glass, and paper □cardboard. One variable and two variable analysis was performed and the results recorded. A survey was carried out on a parallel track a stratified simple, representative of the different colleges, patterns related to the understanding the students possess regarding the solid waster they generate.

Keywords: Rate Of Generation, Characterization, Source Point Separation, Sampling

DKDEOGSEBPSEM

□
□

Análisis de Desechos Sólidos No Peligrosos generados en la Escuela Superior Politécnica Del Litoral – Campus Gustavo Galindo Núcleo de Ingenierías

José Alejandro Cedeño Mendoza, Ingeniero¹, Luis Armando Vilca Moreno, Ingeniero², y Alby del Pilar Aguilar Pesantes, M.Sc.³

^{1,2,3} Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, neojacm@gmail.com, lvilca90@gmail.com y albdagui@espol.edu.ec

Resumen– El presente trabajo de investigación permitió determinar la caracterización y la tasa de generación de desechos sólidos no peligrosos en la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL), Campus Gustavo Galindo Núcleo de Ingenierías. El estudio se realizó mediante un muestreo efectuado en ocho estaciones ubicadas y seleccionadas dentro del campus. Durante un periodo de doce días se separó y pesó los desechos sólidos en tres categorías principales: orgánicos; plástico - vidrio; y papel – cartón, efectuándose un análisis univariado y bivariado con los resultados obtenidos. Paralelamente por medio de una encuesta realizada a una muestra estratificada, representativa de las diferentes facultades, se determinó los patrones de manejo y conocimiento que poseen los estudiantes con respecto a los desechos sólidos que generan.

Palabras claves-- tasa de generación, caracterización, segregación en la fuente, muestreo.

I. INTRODUCCIÓN

El manejo de desechos sólidos a nivel de instituciones de educación superior es de importancia al momento de evaluar la sostenibilidad de los campus universitarios. A la fecha, en los rankings de sostenibilidad universitaria, como Green Metric, se puede observar que las Universidades Europeas y norteamericanas dominan los primeros lugares de los mismos [1]. La importancia de estos valores va de la mano con los estándares de calidad que evalúan el desempeño de las instituciones. Dentro de esta perspectiva, la presente investigación determina la tasa y caracterización de generación de desechos sólidos en la Escuela Politécnica del Litoral. El enfoque con el que se realizó la investigación fue determinista y provee información, que puede ser utilizada para elegir la disposición final óptima dentro del campus, además de permitir evaluar la factibilidad de recuperar cierto tipo de desechos que terminan en el Relleno Sanitario “Las Iguanas”, de Guayaquil.

En el año 2012 la Escuela Politécnica del Litoral emprendió un proyecto denominado “Huella Ecológica”, que consideró la realización de un plan de reciclaje para obtener nuevos productos como: papel reciclado y compostaje. En el año 2013, la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) instauró el programa “Mi R.O.L. en la FICT” buscó mejorar la disposición final de los desechos sólidos ubicando varios contenedores en sitios estratégicos. Al momento es necesario fortalecer este tipo de iniciativas, buscando una mayor alineación con el Plan Nacional del Buen Vivir del Ecuador, buscando minimizar la generación de desechos y

analizando el impacto ambiental de los mismos dentro de las instituciones de Educación Superior.

Dentro de este proyecto de investigación, se analizó la perspectiva de los estudiantes como generadores de desechos. Las actividades académicas que realizan de forma diaria los estudiantes son parte del plan de manejo de los desechos sólidos dentro del campus universitario, sin embargo hasta ahora no se ha generado ningún estudio que permita evaluar si ellos están conscientes de su participación en el proceso de generación de desechos.

II. MARCO TEÓRICO

A. Desechos Sólidos en Ecuador

Los desechos sólidos son aquellos productos o materias generados como consecuencia de la actividad humana. Pueden ser clasificados según su naturaleza, origen o peligrosidad [2]. Los datos existentes en el país respecto de los desechos sólidos son escasos. En el año 2012 se realizó la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) a nivel nacional, con el fin de obtener información de la cultura ambiental de la población. En ese entonces como resultados relevantes para la ciudad de Guayaquil se determinó:

- 93.3% de los guayaquileños no posee recipientes para el depósito diferenciado de los desechos sólidos
- 42.8% de los habitantes almacenan los desechos sólidos para luego depositarlo en un lugar adecuado
- 75.0% de los ciudadanos guayaquileños desconoce los lugares donde existen estaciones de reciclaje
- 89.9% de los Guayaquileños no han sido capacitados en la mejora de los hábitos ambientales

En la Ref. [3]. se muestra la caracterización de los desechos sólidos en el Ecuador:

Tabla 1 Composición de los desechos sólidos en el Ecuador

| Tipos de Desechos | Porcentaje |
|-------------------|------------|
| Papel y cartón | 10.50% |
| Metal | 1.60% |
| Vidrio | 2.20% |
| Textiles | 0.00% |
| Plástico | 4.50% |
| Materia Orgánica | 71.40% |
| Otros | 9.80% |

B. Desechos Sólidos en Guayaquil

El manejo y disposición final de los desechos sólidos dentro de los municipios es competencia exclusiva de los mismos. El servicio puede ser ejecutado por el gobierno autónomo descentralizado o subcontratado a una empresa privada [3]. Actualmente en Guayaquil el servicio es prestado por Consorcio Puerto Limpio a partir de Octubre del 2010. El Consorcio I.L.M. es el encargado del relleno sanitario, llamado “Las Iguanas”; según datos del mismo la tasa de generación de residuos sólidos no peligrosos en Guayaquil es 2500 ton/día. Además la caracterización de los mismos es la siguiente:

Tabla 2 Composición de los desechos Sólidos en la ciudad de Guayaquil

Fuente: Consorcio ILM

| Material | Porcentaje |
|--------------------|------------|
| Residuos de comida | 58% |
| Papel | 11% |
| Plástico | 9% |
| Cartón | 5% |
| Vidrio | 4% |
| Textil | 3% |
| Madera | 3% |
| Residuo de Jardín | 2% |
| Metales | 2% |
| Cuero- Caucho | 1% |
| Otros | 2% |

C. Desechos Sólidos en ESPOL

La Escuela Superior Politécnica al encontrarse ubicada en Guayaquil, y dentro del perímetro urbano en el Km 30.5 Vía Perimetral, se rige de acuerdo a lo establecido en las Ordenanzas Municipales de la ciudad. Además la ESPOL es considerada un ente generador de desechos sólidos de tipo no residencial, debido a sus residuos peligrosos y no peligrosos [3]. Según datos de la Unidad de Bienestar Estudiantil en el período 2014-2do Término contaba con alrededor de 10000 estudiantes.

Los residuos no peligrosos en ESPOL son manejados por la empresa LINSERMAN, mientras que los residuos peligrosos por otra empresa privada. Además dentro del campus se cuenta con un contenedor metálico de 29m³ de capacidad ubicado en las cercanías de la garita de Parcon-ESPOL. Desde este punto, los desechos sólidos son evacuados por Consorcio Puerto Limpio. Sin embargo, hasta antes de la realización del presente trabajo no se conocía ningún dato corroborado respecto de la tasa y caracterización de los desechos sólidos no peligrosos generados en ESPOL.

D. Legislación Ambiental

De acuerdo a lo establecido en el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiente (TULSMA), en su libro VI título II Políticas Nacionales de Residuos Sólidos en su Art. 30, establece que el Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad. Además el objetivo 7 del Plan Nacional del Buen

Vivir que impulsa el gobierno nacional, se establece garantizar los derechos de la naturaleza y sostenibilidad ambiental. Sus objetivos secundarios se alinean a una política de evitar contaminación ambiental, promover la segregación en la fuente y fomentar el reciclaje. Siendo uno de los puntos más destacados el incentivar cambios de patrones de consumo en la población [4].

III. METODOLOGÍA

A. Tasa de Generación y Caracterización de los Desechos Sólidos

En ESPOL existen diversos tipos de tachos recolectores. Entre ellos se pueden indicar: tachos metálicos en forma de calderas, tachos plásticos y metálicos en forma cilíndrica agrupados en tres categorías diferentes y tachos plásticos pequeños de oficina. Para el estudio se eligieron estratégicamente 8 grupos de tachos recolectores plásticos, llamados estaciones de reciclaje. El volumen de almacenamiento de cada tacho contenedor ubicado en las estaciones seleccionadas es de 0.143m³.

Durante 12 días laborables se recolectaron los desechos sólidos en fundas de 30”x36” identificadas según la estación proveniente. Las muestras se cuartearon sobre una superficie de plástico negro y se segregaron los desechos de acuerdo a la categoría correspondiente, esto es: Materia Orgánica, Plásticos, Vidrio, Papel, Cartón y Desecho Peligroso. Cada categoría por cada estación de muestreo fue pesada en una balanza con precisión 0.002kg.

B. Encuesta a estudiantes

La encuesta efectuada a los estudiantes de la ESPOL tenía la finalidad de poder conocer el grado de conocimiento y colaboración de los estudiantes en el manejo de los desechos sólidos. El cuestionario constaba de un total de 6 preguntas las mismas que eran de opción múltiple y de tipo cualitativo. La determinación del espacio muestral se realizó utilizando el método de muestras estratificadas, considerando como característica en común la facultad a la cual los estudiantes pertenecen. Para este procedimiento se consideró una proporción de aceptación de 0.85 y un error muestral esperado de 5%.

IV. ANÁLISIS DE DATOS

A. Muestreo de desechos solidos

El muestreo de los desechos sólidos se realizó con la finalidad de determinar la caracterización de los desechos sólidos no peligrosos generados en la ESPOL campus Gustavo Galindo núcleo de ingenierías, así también como poder determinar la tasa de generación diaria. Para realizar esto se evaluó cada estación de muestreo de manera individual (generación diaria de la estación por el tiempo de muestreo). Además también se procede con la evaluación total del día de muestreo con respecto al tiempo, siendo esta la suma de todo lo obtenido durante un día de muestreo.

B. Análisis individual de las estaciones.

Para el análisis se consideraron 8 diferentes estaciones las mismas que están ubicadas a lo largo de la columna de generación de desechos sólidos de la ESPOL y distribuidos de la siguiente manera. La ubicación de las estaciones se muestran en la tabla 3.

Tabla 3 Ubicación de los puntos de muestreo

Fuente: Los Autores

| Punto de Muestreo | Facultad | X(m) | Y(m) |
|-------------------|---|--------|---------|
| #1 | Ciencias de la Tierra (FICT) | 615031 | 9762795 |
| #2 | Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) | 614988 | 9762897 |
| #3 | Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) | 614976 | 9762872 |
| #4 | Electricidad y Computación (FIEC) | 614942 | 9762826 |
| #5 | Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM) | 614884 | 9762707 |
| #6 | Ciencias Sociales y Humanísticas (FCSH) | 614816 | 9762647 |
| #7 | FCNM | 614853 | 9762515 |
| #8 | Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales (FIMCBOR) | 615289 | 9762657 |

Las estaciones que generan mayor cantidad de desechos sólidos están ubicadas en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, el punto de muestreo 5 y 7. Con respecto a la caracterización en la siguiente tabla se observan los porcentajes máximos por categoría en que estación y ubicación se encuentran.

C. Caracterización de desechos sólidos de la ESPOL

Para la caracterización final se consideró el peso total obtenido en los 12 días de muestreo y el peso por categoría en el tiempo antes mencionado; a los cuales se le aplicó un filtro de medias móviles de 3 términos. Para obtener la caracterización general se optó por promediar los pesos obtenidos diariamente luego de aplicar la serie temporal.

El gráfico 1 se observa la serie temporal obtenida luego del periodo de muestreo, observándose que priman los desechos orgánicos generados principalmente los bares y restaurantes ubicados dentro del campus. El siguiente tipo de desecho generado está conformado por plásticos, luego papel, seguido por vidrio. En el gráfico 2 se observan detalladamente los porcentajes que determinan la caracterización de los desechos generados.

D. Tasa de generación de la ESPOL

Según el Director del Departamento de Servicios Generales de la ESPOL, cada tres días el Consorcio Puerto Limpio de la ciudad de Guayaquil, recoge los desechos sólidos que se encuentran depositados en el contenedor metálico de 29m³ correspondiente a ESPOL. Dicha información fue corroborada mediante monitoreo durante 18 días; por otro lado se considera que la densidad de los desechos sólidos en este tipo de contenedor de 200kg/m³ [5]. Finalmente, se consideraron los 9238 estudiantes que a diario realizan sus actividades académicas en el campus Gustavo Galindo, siendo éstos los datos pertinentes para calcular la tasa de generación diaria de desechos sólidos.

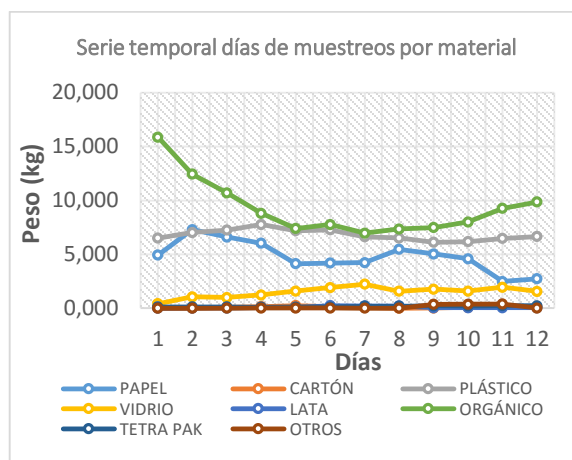


Gráfico 1 Serie temporal filtrada días de muestreo por material total

Fuente: Los Autores

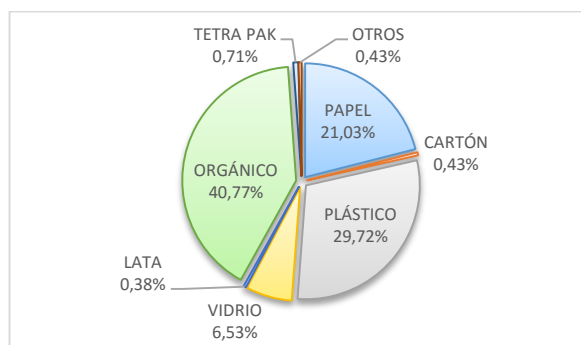


Gráfico 2 Caracterización de los desechos sólidos generados en ESPOL

Fuente: Los Autores

Con lo que se obtiene una tasa de generación de 0.21 kg/habitante/día. Esta tasa se encuentra por debajo de la tasa de generación de Guayaquil que es 1.05 kg/habitante/día [6]. De manera similar por debajo de la tasa de generación a nivel nacional que es 0.78 kg/habitante/día como en [3]. La Universidad Autónoma de Baja California genera 1.0 toneladas de desechos sólidos por día, es decir, aproximadamente la mitad

en comparación con las 1.9 ton/día que genera la Escuela Superior Politécnica del Litoral. [7].

La Escuela Superior Politécnica del Litoral debería suscribir convenios con empresas privadas, que estén interesadas en reutilizar y recuperar ciertos tipos de desechos sólidos no peligrosos generados en el campus universitario.

E. Encuesta a los estudiantes

La encuesta realizada a los estudiantes constó de 6 preguntas de tipo cualitativo. El principal objetivo de la misma fue determinar el grado de conocimiento y su espíritu de colaboración al momento de realizar el proceso de segregación en la fuente y del manejo de los desechos generados en la ESPOL en cada una de sus etapas. Para esto se realizaron dos tipos de análisis: análisis de tipo univariado y análisis bivariado de las preguntas realizadas en la investigación.

Análisis Univariado.- El análisis de tipo univariado consistió de un análisis individual de cada una de las variables. Las preguntas del cuestionario realizado a los estudiantes al ser variables cualitativas, solamente proveyeron información referente a su frecuencia y porcentajes de tipo parcial o acumulado.

Pregunta 1: ¿Depositamos los desechos sólidos según su categoría en sus respectivos tachos recolectores?

La respuesta CASI SIEMPRE es quien posee la mayor frecuencia con 56 respuestas a favor, es decir, un 41.18% de la muestra. En segundo lugar se encuentra el SIEMPRE con el 28.68%, que corresponde a 39 respuestas. Por el contrario, la opción con menos respuestas es el NUNCA, que tiene 4 respuestas que corresponden a un 2.93%. Finalmente, al analizar colectivamente las opciones de respuesta concluimos que el 69.86% de los datos acumulados reflejan una muy buena segregación.

Pregunta 2: ¿Conoces los beneficios de una buena segregación de los desechos sólidos?

La opción SI posee la mayor frecuencia con 78 respuestas a favor, es decir, un 57.35% de la muestra, en contraste NO tiene un 41.91% que corresponde a 57 respuestas.

Pregunta 3: ¿Qué categoría de los desechos sólidos crees que es la más recuperable, si se hiciera una correcta segregación?

El primer lugar lo ocupa el PLÁSTICO, que posee 78 respuestas a favor, esto es, un 57.35% de la muestra. En segundo lugar el PAPEL con un porcentaje de 23.53% que representa 32 contestaciones favorables. Finalmente la opción ORGÁNICOS con un 17.65% que son 24 respuestas.

Pregunta 4: ¿Qué nivel de participación consideras que poseen los estudiantes en el manejo de los desechos sólidos dentro del campus universitario?

La contestación MEDIO posee la mayor frecuencia con 73 respuestas a favor, es decir, un 53.68% de la muestra. En

segundo lugar se encuentra el BAJO con el 38.97% que corresponde a 53 respuestas.

Finalmente la opción ALTO se ubica en el último lugar con una frecuencia de 10 respuestas que representan el 7.35%.

Pregunta 5: Según tu criterio, ¿Cuál es tu nivel de conocimiento sobre el impacto de los residuos sólidos en el medio ambiente?

La alternativa MEDIO es quien posee la mayor frecuencia con 87 respuestas a favor, es decir, un 63.97% de la muestra, en segundo lugar se encuentra el ALTO con el 23.53% que corresponde a 32 respuestas.

Pregunta 6: Tú crees que se obtendría algún beneficio, si se implanta un programa de segregación en la fuente en la ESPOL

La respuesta SI posee la mayor frecuencia con 113 respuestas a favor, que representa el 83.09% de la muestra. Seguidamente se encuentra el NO con el 16.91% que corresponde a 23 respuestas.

Análisis Bivariado.- Es irreal pensar en una investigación en la que se formule un solo cuestionamiento, por lo que cabe analizar el comportamiento conjunto de dos o más características de una población. [8]. El análisis bivariado permite relacionar el comportamiento de dos variables dentro del mismo análisis, mediante este procedimiento se observa la relación existente entre ambas variables.

Distribución conjunta Facultad y Pregunta 1

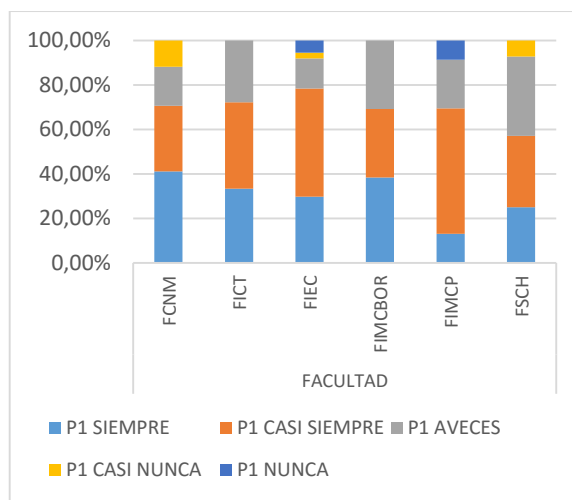


Gráfico 3 Barras de distribución condicional de Pregunta 1 dado Facultad

Fuente: Los Autores

Mediante esta condicional se determina cuál es el comportamiento de los estudiantes con respecto al proceso de segregación en la fuente en base a su facultad de origen. La FICT y FIMCBOR son las facultades con mejor comportamiento hacia la segregación de desechos sólidos, puesto que los estudiantes solo se encuentran en las 3 respuestas más favorables de la Pregunta 1 que son SIEMPRE, CASI SIEMPRE y A VECES. Entre las facultades antes

mencionadas el mejor comportamiento lo posee la FICT con los siguientes porcentajes 33.33% SIEMPRE, CASI SIEMPRE el 38.89%, y A VECES el 27.78%. El caso más desfavorable se sitúa en la FIMCP porque posee un 8.70% de estudiantes que NUNCA realizan segregación en la fuente.

Distribución conjunta Facultad y Pregunta 2

Mediante esta condicional se determina cuál es el conocimiento de los estudiantes con respecto al proceso de segregación en la fuente en base a su facultad de origen. La FICT y FIMCBOR son las facultades con los porcentajes más favorables en la encuesta, por consiguiente sus estudiantes tienen una tendencia mayor a la afirmación. Entre las facultades antes mencionadas, el mejor comportamiento lo posee la FIMCBOR con un 69.23% mientras la FICT posee un 66.67%. Los casos más desfavorables se sitúan en la FCSH y FIEC, porque poseen respectivamente un 53.57% y 51.35% de estudiantes que NO conocen los beneficios de una buena segregación en la fuente.

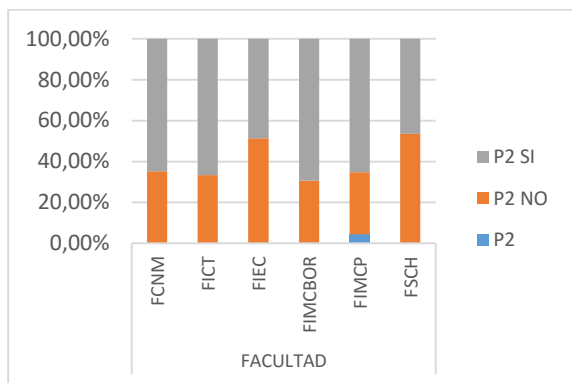


Gráfico 4 Barras de distribución condicional de Pregunta 2 dado Facultad
Fuente: Los Autores

Distribución conjunta Facultad y Pregunta 5

Mediante esta condicional se determina cuál es el nivel de conocimiento respecto al impacto ambiental que producen los desechos sólidos al medio ambiente de los estudiantes en base a su facultad de origen. La FCNM y FICT son las facultades con los porcentajes más favorables en la encuesta. Por consiguiente, sus estudiantes tienen una tendencia mayor al nivel ALTO y MEDIO.

Entre las facultades antes mencionadas, el mejor comportamiento lo posee la FCNM con un 47.06% tanto en los niveles ALTO y MEDIO, mientras que los valores para FICT son 38.89% y 55.56% en el orden anteriormente citado. Los casos más desfavorables se sitúan en las facultades de FIMCP y FIEC. La primera debido a que posee un 21.74% correspondiente a BAJO, mientras la segunda un 8.11% correspondiente a ALTO siendo el nivel más bajo en esa categoría con respecto a las demás facultades.

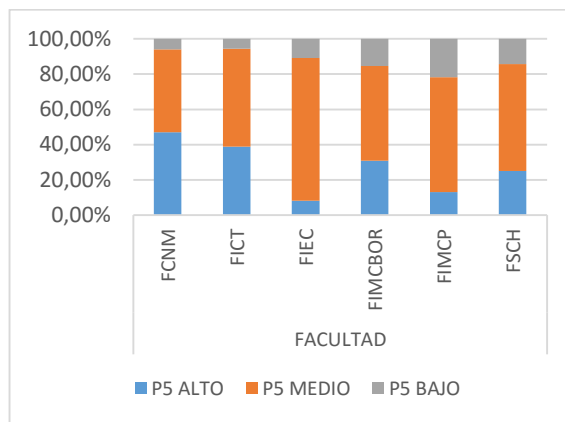


Gráfico 5 Barras de distribución condicional Pregunta 5 dado Facultad
Fuente: Los Autores

Distribución conjunta Pregunta 1 y Pregunta 2

Mediante esta condicional se determina con qué frecuencia realiza la segregación considerando el beneficio que esta genera. SIEMPRE y CASI SIEMPRE son las respuestas con los porcentajes más favorables en la encuesta. Por consiguiente, sus estudiantes tienen una tendencia al conocimiento de los beneficios de la segregación.

Entre las opciones antes mencionadas el mejor comportamiento lo posee CASI SIEMPRE con un 66.07% a la afirmación y el 33.93% a la negación, mientras que los valores para SIEMPRE son 61.54% y 38.46% en el orden anteriormente citado. Cabe recalcar que para las frecuencias menores de segregación se observa algo en común, los índices son cercanos al 60% para la negación. Es decir, no conocen los beneficios de realizar la segregación en la fuente, esto se evidencia en las frecuencias de A VECES, CASI NUNCA, Y NUNCA.

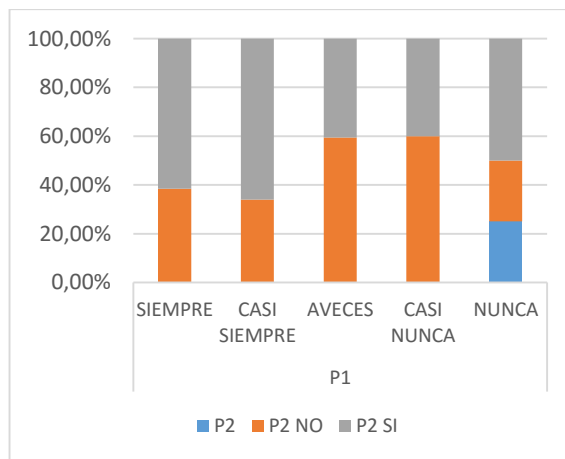


Gráfico 6 Barras de distribución condicional Pregunta 1 dado Pregunta 2
Fuente: Los Autores

Distribución conjunta Pregunta 1 y Pregunta 5

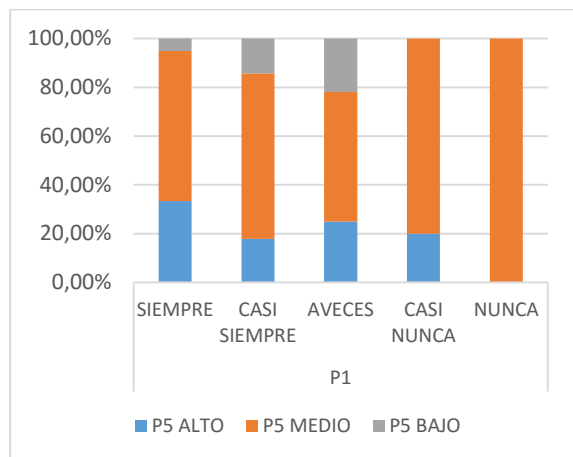


Gráfico 7 Barras de distribución condicional Pregunta 5 dado Pregunta 1

Fuente: Los Autores

Mediante esta condicional se determina cuál es el nivel de conocimiento respecto al impacto ambiental que producen los desechos sólidos al medio ambiente de los estudiantes en base a la frecuencia con la que realizan la segregación. SIEMPRE y CASI SIEMPRE son las respuestas con los porcentajes más favorables en la encuesta, por consiguiente sus estudiantes tienen una tendencia mayor al nivel ALTO y MEDIO.

Entre las opciones antes mencionadas el mejor comportamiento lo posee la SIEMPRE con un 33.3% para ALTO y 61.54% para MEDIO, mientras que los valores para CASI SIEMPRE son 17.86% y 67.86% en el orden anteriormente citado. Los casos más desfavorables se sitúan en NUNCA en donde el 100% de los encuestados poseen un nivel de conocimiento MEDIO.

La Escuela Politécnica del Litoral debería concientizar al estudiantado sobre el correcto manejo de los desechos sólidos mediante una campaña impulsada por profesores y estudiantes de la materia Ecología, la cual es impartida obligatoriamente a todos los estudiantes. Además de implementar un Club de Protección Ambiental dentro del campus universitario, que imparta cursos sobre ahorro de agua, ahorro de energía y manejo de desechos sólidos.

V. CONCLUSIONES

La tasa de generación de desechos sólidos en la Escuela Politécnica del Litoral es de 0.21 kg/habitante/día. Esta tasa se encuentra por debajo de la tasa de generación de Guayaquil que es 1.05 kg/habitante/día [6]. y de igual manera por debajo de la tasa de generación a nivel nacional que es 0.78 kg/habitante/día [10].

El tipo de desecho sólido de mayor generación dentro del núcleo de Ingenierías es el Orgánico, con un porcentaje de 40.77% respecto del total de sólidos no peligrosos generados, seguido del Plástico, Papel y Vidrio con un porcentaje de 29.72%, 21.03%, 6.53% respectivamente.

En comparación con la Universidad de Columbia Británica del Norte (<http://www.unbc.ca/>) la composición de Orgánicos en ESPOL es mucho mayor, 40.77% versus 22.4%; de modo similar con respecto al Plástico 29.72% versus 8.3%; en cambio con respecto al Papel es menor 21.03% versus 28.00% [9].

A pesar de existir un porcentaje significativo de plásticos presentes en los desechos generados dentro de la ESPOL, en su mayoría están contaminados o son de tipo no aprovechable. Se evidenció además casi nula presencia de botellas plásticas, puesto que existe el reciclaje de manera informal por parte del personal de servicio.

La estación de muestreo #5, ubicada en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas es donde se genera más residuos sólidos no peligrosos en comparación con las ubicadas en las demás facultades.

Los desechos sólidos no peligrosos son manejados adecuadamente por parte de la empresa privada Linserman. Esta empresa realiza una recolección diaria de los mismos y al final del día los depositan en el contenedor tipo Roll on-Roll off correspondiente a ESPOL.

En lo que se refiere a los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas en el campus Gustavo Galindo, se pudo determinar que no existe una correcta segregación en la fuente de los desechos. Los estudiantes consideran que el principal motivo para esto es la falta de adecuadas etiquetas en los tachos recolectores. Del universo de estudiantes de ESPOL sólo el 57.35% conocen los beneficios que las Instituciones de Educación Superior obtienen por la realización de una adecuada segregación en la fuente de los desechos sólidos. Sin embargo, el 83.09% de los encuestados consideran que la ESPOL obtendría beneficios si se implanta un programa de segregación en la fuente que permita el aprovechamiento de los desechos reciclables generados en el campus Gustavo Galindo. Una de las características comunes observada en las Universidades de Excelencia es que poseen planes de manejo de los residuos sólidos, comprometiéndose simultáneamente en la misma proporción con el ambiente y la sociedad.

Las estudiantes de las Facultades FICT y FIMCBOR son los que de acuerdo a las encuestas presentan un mejor comportamiento y conocimiento con respecto a la frecuencia con la que realizan segregación en la fuente dentro de sus unidades académicas.

Con respecto a conocer los beneficios de una adecuada segregación en la fuente conlleva una relación muy intrínseca con respecto a la frecuencia con la que se realiza la segregación en la fuente, se aprecia que al conocer el beneficio mayor son los índices y frecuencias de segregación, los estudiantes que SI conocen el beneficio del proceso de segregación el 88% realizan este procedimiento de manera habitual, lo cual contrasta con el 59% que lo realizan eventualmente y NO conocen sus beneficios. Por otra parte el 30% de los estudiantes que realizan segregación en la fuente de manera muy frecuente (SIEMPRE y CASI SIEMPRE) desconocen los beneficios que

este procedimiento con lleva, en otras palabras efectúan la segregación de manera mecánica.

Otra relación intrínseca es el conocimiento del impacto que genera los desechos sólidos y la frecuencia de segregación, se observa que a mayor conocimiento del tema mayor es la frecuencia con la que los estudiantes realizan el procedimiento de segregación. Para conocimiento ALTO se espera buenas frecuencias de segregación como se observa en la tabla XL Distribución condicional Pregunta 1 dado Pregunta 2, que el 40.63% de los estudiantes que poseen un conocimiento ALTO realizan SIEMPRE la segregación, en contraste tenemos que un 11.76% de los estudiantes realizan la segregación SIEMPRE dado que poseen un nivel BAJO de conocimiento del impacto.

VI. AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal de la Escuela Superior Politécnica del Litoral que colaboró para la realización del presente trabajo de investigación.

VII. REFERENCIAS

- [1] Green Metric. (2015). [Online]. Available: <http://greenmetric.ui.ac.id/methodology/>
- [2] Meneses, A. C. (2009). *Ciencia y Tecnología del medio ambiente* (Segunda ed.). Madrid: Librería UNED. Recuperado el 15 de Octubre de 2014
- [3] Bezama, A., Aguayo, P., Konrad, O., Navia, R., & Lorber, K. (2007). Investigations on mechanical biological treatment of waste in South America: Towards more sustainable MSW management strategies. *Waste Management*, 228-237
- [4] Ambiente, M. d. (25 de 10 de 2014). Ministerio del Ambiente. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador>
- [5] Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (14 de Noviembre de 2014). Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. Obtenido de Buen Vivir: <http://www.buenvivir.gob.ec/>
- [6] Dr. Sakurai, K. (01 de 02 de 2015). Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/>
- [7] Jiménez, A., & Plúa, L. (2006). Programa de Manejo Integral de Desechos Domésticos PROMIDD. Guayaquil.
- [8] Armijo, C., Ojeda, S., & Ramírez, M. (2008). Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. *Waste Management*, 521-526.
- [9] Zurita Herrera, G. (2010). *Probabilidad y Estadística; Fundamentos y Aplicaciones*. Guayaquil: Instituto de Ciencias Matemáticas - ESPOL.
- [10] Smyth, D., Fredeen, A., & Booth, A. (2010). Reducing solid waste in higher education: The first step towards 'greening' a university campus. *Resources, Conservation and Recycling*, 1007-1016.
- [11] Ministerio del Ambiente. (12 de Diciembre de 2013). Ministerio del Ambiente. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>.