

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO INTEGRAL
Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
GENERADOS EN EL MERCADO TÚPAC AMARU DE LA
CIUDAD DE JULIACA**

TESIS

PRESENTADA POR:

KATHERINE PILAR MENDOZA TICONA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PUNO – PERÚ

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO INTEGRAL
Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
GENERADOS EN EL MERCADO TÚPAC AMARU DE LA
CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

KATHERINE PILAR MENDOZA TICONA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO



APROBADA POR:

PRESIDENTE:



Dr. GREGORIO PALOMINO CUELA

PRIMER MIEMBRO:



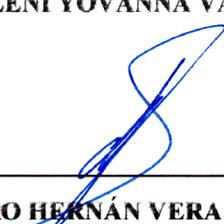
Mg. HIGINIO ALBERTO ZÚÑIGA SÁNCHEZ

SEGUNDO MIEMBRO:



Ing. MARLENI YOVANNA VALENCIA PACHO

DIRECTOR / ASESOR:



M.Sc. CIRO HERNÁN VERA ALATRISTA

ÁREA: Tecnología ambiental

TEMA: Sistema de manejo y disposición de residuos sólidos

LÍNEA: Recursos naturales y medio ambiente

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27 de diciembre de 2018

DEDICATORIA:

*A mis amados padres, **David y Elsa**, quienes han sido mi camino a seguir y quienes me ha brindado su infinito apoyo y confianza. Por lo que he logrado alcanzar las metas que ,e he propuesto y seguir con el deseo de buscar aquellas cosas que van haciendo de mi una mejor persona en todos los sentidos.*

*De igual forma a mis hermanos, **Beatriz, Jhon y Gladys**, que siempre han estado junto a mi brindándome su apoyo, con quienes he formado una mancuerna de apoyo, compañía, entusiasmo y crecimiento, de la que cada logro se multiplica y sirve de empuje para seguir adelante.*

A mis amigos, quienes me han brindado su apoyo incondicional en todo momento y que disfrutan al igual que yo, las cosas buenas que vivimos.

AGRADECIMIENTOS:

Dentro de los principales productos que uno espera obtener al desarrollar una tesis, es quizás la más importante ejecutar un informe que contribuya positivamente a incrementar el conocimiento de la sociedad en general y de la ingeniería en particular. Además uno anhela que dicho informe sea capaz de reflejar adecuadamente todos los conocimientos adquiridos durante los años de estudio y los esfuerzos que ellos requirieron.

Sin embargo, como en muchas otras actividades de la vida, a las que se le dedica esfuerzo y sacrificio, los productos resultantes suelen brindar otro tipo de satisfacciones más allá de las académicas. En lo particular he tenido la posibilidad de estudiar, trabajar y socializar con un gran número de personas que de distinta manera han marcado en mi formación tanto profesional como personal.

Enumerar a todos ellos sería utópico y hasta aburrido. Quisiera entonces dedicar estos párrafos, libres de formatos y estilos elegantes, a agradecer a algunos de ellos y esperar que los demás, comprendan que su apoyo y ejemplo han sido valiosos para mi.

*En primer lugar a la **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO** y a la **Facultad de Ingeniería Química**, por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas para poder estudiar mi carrera; así como también a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir día a día.*

*A mi asesor de tesis, Mg Sc **Ciro Hernán Vera Alatrística**, quien con su valiosa experiencia guio este proyecto con el mayor entusiasmo e interés y de la mejor manera.*

*A mis examinadores, Dr. **Gregorio Palomino**, Mg Sc. **Higinio A. Zúñiga** y Ing. **Marleni Valencia**, quienes guiaron en parte mi proyecto bajo sus atinadas observaciones y sugerencias.*

Finalmente agradezco a todas las personas que de alguna manera han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

A todos infinitas gracias...

Katherine Pilar Mendoza Ticona

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	18
1.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	18
1.5. OBJETIVOS	20
1.5.1. OBJETIVOS GENERALES.....	20
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
II. REVISIÓN DE LITERATURA	21
2.1. RESEÑA HISTÓRICA	21
2.2. RESIDUOS SÓLIDOS	22
2.2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	23
2.2.2. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	28
2.2.3. PROPIEDADES FÍSICAS	31
2.2.4. PROPIEDADES QUÍMICAS.....	32
2.3. BOTADERO DE BASURA A CIELO ABIERTO O BASURERO	32
2.4. RELLENO SANITARIO	33
2.4.1. TIPOS DE RELLENO SANITARIO	34
2.4.2. MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO..	35
2.4.3. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE UN RELLENO SANITARIO	39
2.4.4. REACCIONES QUE SE GENERAN EN UN RELLENO SANITARIO	41
2.5. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (GIRS)	43
2.5.1. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	45
2.5.2. EFECTOS DE LA INADECUADA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	47
2.6. ANTECEDENTES.....	48

III.	METODOLOGÍA	52
3.1.	PERIODO DE DURACIÓN	52
3.2.	PROCEDENCIA DEL MATERIAL	52
3.2.1.	MATERIALES Y EQUIPO.....	52
-	MATERIALES	52
-	EQUIPOS.....	52
-	PERSONAL.....	52
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.4.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	53
3.4.1.	SELECCIÓN DE LUGARES DE MUESTREO	86
3.4.2.	TOMA DE MUESTRAS	87
3.4.3.	PESADO DE COMPONENTES	87
3.4.4.	UNIDADES DE MEDIDA.....	87
3.4.5.	ANÁLISIS DE DATOS.....	87
3.4.6.	INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.....	88
3.4.7.	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	88
3.4.8.	ESTUDIO DE GENERACIÓN DE RSM	89
3.4.9.	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MERCADO TÚPAC AMARU	90
3.4.10.	DENSIDAD	90
3.4.11.	PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PROYECTADO	91
3.4.12.	VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	91
3.4.13.	MATERIAL DE COBERTURA (M. C.)	91
3.4.14.	CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA.....	92
3.4.15.	PROPIEDADES FÍSICAS	93
3.4.16.	PROPIEDADES QUÍMICAS.....	93
3.4.17.	COMPOSICIÓN QUÍMICA	93
3.4.18.	CANTIDAD DE GAS QUE SE GENERA DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS CONSTITUYENTES ORGÁNICOS	94
3.4.19.	COMPOSICIÓN, FORMACIÓN DEL CONTROL DEL LIXIVIADO EN EL VERTEDERO	95
3.4.20.	TRATAMIENTO Y LUGAR DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL MTA (PLANTA MANUAL DE RSM).....	96
3.4.21.	DISPOSICIÓN FINAL.....	99
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	100

4.1.	RESULTADOS	100
4.2.	DISCUSIÓN	107
V.	CONCLUSIONES	108
VI.	RECOMENDACIONES	109
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXOS		113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Método de trinchera para construir un relleno sanitario.....	36
Figura 2. Método de área para construir un relleno sanitario	37
Figura 3. Método de área para rellenar depresiones	38
Figura 4. Combinación de ambos métodos para construir un relleno sanitario.....	39
Figura 5. Jerarquía del manejo de residuos sólidos	44
Figura 6. Diagrama de los elementos funcionales de un sistema de gestión de residuos sólidos.....	45
Figura 7. Rango de edades de los encuestados (comerciantes)	53
Figura 8. Cantidad de encuestados (comerciantes).....	54
Figura 9. Grado de instrucción de los comerciantes del MTA	54
Figura 10. Resumen de prueba de conocimiento (comerciantes)	55
Figura 11. Artículos que se pueden reciclar dentro del MTA, según los comerciantes del mismo	56
Figura 12. Importancia de las cuestiones ambientales para la municipalidad, según los comerciantes del MTA	57
Figura 13. Opinión de los comerciantes del MTA, respecto a la actitud del municipio frente al cuidado del medio ambiente	57
Figura 14. Importancia de realizar un proyecto de reciclaje dentro del MTA.....	58
Figura 15. Cantidad de comerciantes que asistieron alguna vez a un curso de educación ambiental	59
Figura 16. Opinión de los comerciantes con respecto a los profesionales	59
Figura 17. Opinión de los comerciantes respecto a la municipalidad	60
Figura 18. Importancia de la preservación del medio ambiente según los comerciantes.....	60
Figura 19. Opinión de los comerciantes respecto a invertir dinero en programas ambientales.....	61
Figura 20. Opinión de los comerciantes respecto a implementar un programa de reciclaje	61
Figura 21. Cantidad de comerciantes que desean saber más sobre reciclaje	62
Figura 22. Opinión de los comerciantes respecto a temas ambientales como una ventaja para el MTA	62
Figura 23. Cantidad de comerciantes que desean recibir charlas sobre temas ambientales	63
Figura 24. Cantidad de comerciantes que están comprometidos con el medio ambiente	63
Figura 25. Rango de edades (estudiantes, docentes y otros)	64
Figura 26. Cantidad de encuestados (estudiantes, docentes y otros)	65
Figura 27. Grado de instrucción de estudiantes, docentes y otros	65
Figura 28. Prueba de conocimiento de estudiantes, docentes y otros.....	66
Figura 29. Materiales que se podría reciclar dentro del MTA, según la población académica	67
Figura 30. Opinión de la población académica respecto a las autoridades frente a las cuestiones ambientales	67
Figura 31. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto a la actitud del municipio frente al cuidado del medio ambiente	68
Figura 32. Importancia que tendría realizar un proyecto de reciclaje, según los estudiantes, docentes y demás	69

Figura 33. Cantidad de población académica que ha asistido a algún curso de educación ambiental	69
Figura 34. Cantidad de población académica que sabe de alguna campaña de protección ambiental organizado por el MTA	70
Figura 35. Opinión de estudiantes, docentes y demás, respecto al funcionamiento del programa de reciclaje	71
Figura 36. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto a una implementación de un proyecto de reciclaje en el MTA	71
Figura 37. Opinión de estudiantes, docentes y demás, respecto a los profesionales	72
Figura 38. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto al interés de la municipalidad sobre el medio ambiente.....	73
Figura 39. Importancia de los temas de preservación del medio ambiente, según la población académica del contorno del MTA	73
Figura 40. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto a una inversión de dinero por parte del MTA.....	74
Figura 41. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto a una implementación de un proyecto de reciclaje en el MTA	75
Figura 42. Cantidad de estudiantes, docentes y demás que desean saber sobre reciclaje	75
Figura 43. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto a temas ambientales como ventaja	76
Figura 44. Opinión de estudiantes, docentes y demás, respecto a la realización de charlas y conferencias sobre temas ambientales	77
Figura 45. Cantidad de población académica del contorno del MTA comprometida con la protección al medio ambiente.....	77
Figura 46. Rango de edades de encuestados (vecinos del contorno del MTA)	78
Figura 47. Cantidad de encuestados (vecinos del contorno del MTA).....	78
Figura 48. Cantidad de personas que habitan en los hogares de los vecinos del contorno al MTA	79
Figura 49. Grado de instrucción de los encuestados (vecinos del contorno del MTA)..	79
Figura 50. Prueba de conocimiento (vecinos del contorno del MTA).....	80
Figura 51. Materiales que se podrían reciclar dentro del MTA, según los vecinos.....	81
Figura 52. Cantidad de desechos que se generan en el MTA, según los vecinos.....	81
Figura 53. Disposición de la basura de los vecinos del contorno del MTA	82
Figura 54. Opinión de los vecinos respecto a la existencia de depósitos en cercanías al MTA	82
Figura 55. Cantidad de vecinos del contorno del MTA que conocen algún mecanismo de reciclaje.....	83
Figura 56. Cantidad de vecinos del contorno del MTA que conocen sobre la incidencia de lixiviados	84
Figura 57. Cantidad de vecinos del contorno del MTA que conoce sobre la generación de CO ₂ por la descomposición de la basura	84
Figura 58. Opinión de los vecinos del contorno del MTA respecto al uso del actual botadero de basura.....	85
Figura 59. Opinión de los vecinos del contorno al MTA, respecto a un incremento del impuesto para mejorar el sistema de manejo de la basura	85

Figura 60. Cantidad de vecinos del contorno del MTA que podrían reusar sus desechos orgánicos como mejorador de suelos	86
Figura 61. Planta de tratamiento de RS de un sistema integrado de tratamiento y disposición final de RS.....	97
Figura 62. Secuencia metodológica del estudio.....	98
Figura 63. Composición física de residuos sólidos en base seca.....	104
Figura 64. Composición química de los residuos sólidos base seca.....	105
Figura 65. Ubicación del relleno sanitario.....	107
Figura 66. Instituciones que aprueban los estudios y autorizan el funcionamiento de las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos	120
Figura 67. Composición física de los residuos sólidos del MTA	139
Figura 68. Composición química de los RS en base húmeda.....	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de residuos	27
Tabla 2. Principales materiales reciclables	30
Tabla 3. Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario	40
Tabla 4. Cantidad de comerciantes del MTA	89
Tabla 5. Porcentaje de grado de conocimiento de los comerciantes del MTA.....	100
Tabla 6. Porcentaje del grado de conocimiento de la comunidad académica aledaña al MTA	101
Tabla 7. Porcentaje de la incidencia de los residuos sólidos sobre la calidad de vida de la población aledaña al MTA	102
Tabla 8. Composición de los residuos sólidos en el MTA	103
Tabla 9. Datos típicos sobre peso específico y contenido de humedad para residuos domésticos, industriales	125
Tabla 10. Constituyentes orgánicos rápidamente y lentamente biodegradables en los RS	126
Tabla 11. Proyección de la población en el MTA	126
Tabla 12. Generación per-cápita de los“18”puestos participantes	127
Tabla 13. Estadísticas de muestra	127
Tabla 14. Generación de residuos sólidos en el mercado Túpac Amaru	130
Tabla 15. Generación del volumen de residuos sólidos del mercado Túpac Amaru	132
Tabla 16. Área requerida	134
Tabla 17. Contenido de humedad	135
Tabla 18. Composición química en base seca	138
Tabla 19. Composición química en base húmeda.....	139
Tabla 20. Distribución potencial de los elementos	140
Tabla 21. Composición de los RS rápidamente y lentamente descomponibles.....	141
Tabla 22. Composición molar de los elementos	142
Tabla 23. Determinación de la fórmula empírica	142
Tabla 24. Producción de aguas lixiviadas en un relleno sanitario	146

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RS: Residuos Sólidos

MTA: Mercado Túpac Amaru

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

SIGRS: Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos

RSM: Residuos Sólidos Municipales

PIGARS: Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo para presentar un plan de gestión integral de los residuos sólidos en el mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca destinado a un relleno sanitario. Los objetivos fueron determinar el grado de conocimiento que poseen los comerciantes, población académica y colindante a dicho mercado, también la disposición final de los desechos generados por el MTA, se utilizaron métodos de encuestas para los tres primeros objetivos, para el cuarto se partió con la identificación de la condición actual del manejo de los residuos en la zona de estudio, así como la composición de los mismos. Los resultados obtenidos fueron: primero, la determinación del grado de conocimiento de los comerciantes del MTA respecto al manejo adecuado y disposición final de los residuos sólidos, resultando el 68% poseen bajo conocimiento con respecto a temas ambientales; segundo, la determinación del grado de conocimiento de la población académica colindante del MTA, respecto al manejo y disposición final de los residuos sólidos, obteniendo que 65% poseen un conocimiento adecuado para la implementación de un sistema de gestión ambiental; tercero, determinar la incidencia de los desechos en la calidad de vida de los pobladores que habitan en los alrededores del mercado, resultando que los desechos producidos por este mercado tienen gran incidencia sobre la población afectando su calidad de vida dañando su salud; cuarto, para la disposición final de los residuos generados se realizaron cálculos para el diseño de un relleno sanitario, obteniéndose la producción per-cápita de 2,312 Kg/puesto-día y 7,158 t/día para el año 2018, éste dato ayudo a calcular el volumen del relleno sanitario el cual es 57271,293 m³, el área que se requiere es 2538 m², concluyendo así que para la implementación de un SIGRS en el MTA, se tendrán dificultades debido al escaso conocimiento que se tiene con respecto al manejo y la disposición final de los residuos sólidos, así también tenemos que el relleno sanitario manual podría ser ubicado en el distrito de Cabanillas, en el lugar denominado Taya Taya, ubicado a 50 km de la ciudad de Juliaca, con un área de 0,5 ha.

Palabras clave: Disposición final, Gestión Integral de Residuos Sólidos, Producción Per Cápita, Relleno Sanitario, Residuos Sólidos.

ABSTRACT

This research refers to a comprehensive waste management plan in the Túpac Amaru market in the city of Juliaca destined for a sanitary landfill. The objectives were determined the degree of knowledge that the merchants, the academic population and the market, the final disposition, the means generated by the MTA, were used survey methods for the first three objectives, for the fourth it was started with the identification of the current condition of waste management in the study area, as well as the composition of the same. The results were: first, the degree of knowledge of the MTA merchants. second, the degree of knowledge of the adjacent MTA academic population, the management report and the final disposal of solid waste, obtaining 65% of adequate knowledge for the implementation of an environmental management system; third, determine the incidence of waste on the quality of life of the inhabitants who live in the vicinity of the market, resulting in the attention of the waste in the useful life; fourth, for the final disposal of the generated waste are adjusted for the design of a sanitary landfill, obtaining the per capita production of 2,312 Kg / post-day and 7,158 t / day for the year 2018, this is the data I help calculate the sanitary landfill volume which is 57271,293 m³, the area that is required is 2538 m², concluding that for the implementation of a SIGRS in the MTA, it is about having the same knowledge that is had with respect to the management and final disposal of solid waste, as well as we have the manual landfill could be located in the district of Cabanillas, in the place called Taya Taya, located 50 km from the city of Juliaca, with an area of 0.5 ha.

Keywords: Final disposition, Solid Waste Integral Management, Per Capita Production, Sanitary Landfill, Solid Residues.

I. INTRODUCCIÓN

La eliminación de los residuos sólidos constituye desde hace mucho tiempo un gran problema para nuestra sociedad. En el caso de los RSU (residuos sólidos urbanos) es el primer eslabón de la cadena del problema, pues este empieza desde el momento en que el habitante se preocupa solamente en deshacerse de ellos, sin preocuparse en lo más mínimo del destino que le espera y de las consecuencias que traerá al medio ambiente. El siguiente eslabón lo constituyen las instituciones públicas como es el caso de las municipalidades y no menos importantes las instituciones u organizaciones privadas al no impulsar alternativas en la gestión de residuos sólidos.

La mala disposición de los desechos producidos en los mercados y sus alrededores hasta la actualidad ha traído roedores, insectos, animales vagabundos y especies asociadas a enfermedades para los seres humanos, trayendo consigo además malestares para los vecinos de las zonas aledañas a estos mercados. La gestión integral de residuos sólidos tiene como meta gestionar los residuos de la sociedad de tal forma que esta sea compatible con las aspiraciones a poseer una calidad ambiental adecuada y una buena salud pública; además de conseguir que la población participe activamente en la gestión de los RSM (residuos sólidos municipales), ya sea desde la selección en el lugar de origen como con las actividades de reutilización y el reciclaje de materiales residuales.

Hoy en día se hace necesaria la materialización de la solución de la problemática de los residuos sólidos y para esto es urgente y necesario que la base fundamental sobre la que se fundamente la solución sean la educación y divulgación ambiental, es necesario priorizar estas actividades, para lograr una cultura que garantice la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

A nivel mundial existen experiencias sobre la gestión de manejo de RS. Es así que tenemos los proyectos realizados en Chile, El Salvador, Brasil, España, etc.

En el Perú, se tiene la Ley General del Ambiente (No 28611, vigente a partir del 15 de octubre del 2005) y la Ley General de Residuos Sólidos (No 27314, vigente a partir del 21 de julio del 2000), las cuales establecen normas y metodologías para el buen uso y manejo de los residuos sólidos. Por tal motivo algunas instituciones vienen ejecutando proyectos para la gestión en el manejo de los RS amparadas en estas leyes. Por citar un ejemplo tenemos los municipios distritales a nivel nacional, como es el caso del departamento de Lima en donde se vienen gestando planes y proyectos de recojo

selectivo y reaprovechamiento de los residuos sólidos, como es el caso de los municipios de: Santiago de Surco, San Juan de Lurigancho y Lima Metropolitana.

Pero cabe resaltar, que en el Perú todavía son pocas las instituciones nacionales y mucho más aun las privadas que poseen políticas de gestión para el tratamiento o el reaprovechamiento de los residuos sólidos generados. Por tal motivo el plan de gestión integral de residuos sólidos es el término aplicado a todas las actividades asociadas con la gestión de los residuos dentro de la sociedad. La gestión de Residuos sólidos puede ser definida como la disciplina asociada a: el control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte y el procesamiento y evaluación de residuos, de tal forma que sea concordante con los principios de la salud pública, de la conservación de los recursos naturales, de la economía, de la ingeniería, de la estética y de otras consideraciones ambientales, y que también responda a las expectativas públicas. Las soluciones como ya se concibe en la actualidad implica 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.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gestión de los residuos sólidos urbanos constituye hoy el mayor problema ambiental, económico y social a nivel mundial, principalmente porque el volumen de residuos crece más rápido que la población mundial.

El manejo y la eliminación de residuos sólidos urbanos son problemas críticos en las áreas urbanas de América Latina. A nivel mundial los desechos sólidos son un verdadero problema, ya que la falta de tratamiento adecuado de los mismos ha determinado serias consecuencias tanto en la acumulación de basura y en la contaminación del medio ambiente que esto genera. Existe falta de tratamiento de los desechos sólidos, así como también mecanismos de prevención de parte de los organismos o instituciones encargados del manejo integral de los desechos.

Los residuos sólidos son un problema para todas las ciudades así como para el conjunto de la población del planeta, debido a que la sobrepoblación, las actividades humanas modernas y el consumismo han acrecentado mucho la cantidad de basura que se genera; lo anterior junto con el ineficiente manejo que se hace con dichos residuos (quemar a cielo abierto, disposición en botaderos o vertederos ineficientes, manejo inadecuado por parte de las municipalidades, etc.) provoca problemas tales como la contaminación que resume problemas de salud y daño al medio ambiente, además de provocar conflictos sociales, económicos y políticos.

La presente investigación tiene como finalidad dar una alternativa de solución al problema de residuos sólidos que aqueja a la ciudad de Juliaca, con la implementación de un sistema de manejo integral de residuos sólidos que se desea implementar en el mercado Túpac Amaru de esta ciudad, esto conducirá a una mejora sobre los residuos sólidos desechados contribuyendo así a la disminución de la contaminación producida por estos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Formulación de interrogante general:

¿Cómo se implementará un sistema de manejo integral y la disposición final de los residuos sólidos generados por el mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca?

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

- La implementación de un sistema de manejo integral y la disposición final de los residuos sólidos generados en el mercado Túpac Amaru trae grandes beneficios a la ciudad de Juliaca, a nivel social, económico y sobre todo ambiental.

1.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los comerciantes del mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca no posee un adecuado conocimiento sobre el manejo de los residuos sólidos, lo que es un obstáculo para la implementación del sistema de manejo de residuos sólidos.
- La comunidad académica aledaña al mercado, si posee un adecuado conocimiento sobre el manejo de los residuos sólidos, lo que permitirá dar mayor facilidad para la implementación del sistema de manejo de residuos sólidos.
- La incidencia de los residuos sólidos que se generan a diario en el mercado Túpac Amaru afectan enormemente a la población que habita en sus alrededores, viéndose afectados la calidad de vida desde niños hasta personas de la tercera edad.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La mala disposición de los desechos producidos en los mercados y sus alrededores hasta la actualidad ha atraído roedores, insectos, animales vagabundos y especies asociadas a enfermedades para los seres humanos, trayendo consigo además malestares para los vecinos de las zonas aledañas a estos mercados. Así tenemos el mercado Túpac Amaru con más de 15 mil comerciantes asociados entre formales e informales (ambulantes) que a diario generan entre 13 a 15 toneladas de residuos sólidos al día, siendo estos desechos recogidos en su mayoría por la municipalidad y llevados al botadero a cielo abierto de la ciudad de Juliaca que se encuentra ubicado muy cerca de la población de Chilla, causando grandes malestares a esta población. Estos residuos llegan a contaminar las aguas superficiales, aguas subterráneas, el suelo y el aire, causando problemas para la población y otras especies que habitan en la zona.

Dentro de esta problemática ambiental, el uso irracional de los recursos naturales y la generación de desechos sólidos representan elementos de gran importancia, la

presente investigación se sustenta en la importancia que tiene la generación de residuos sólidos para la sociedad y el impacto que tiene en la naturaleza, lo que ha obligado a los gobiernos locales así como a los grandes, medianos y pequeños generadores a buscar mecanismos de mitigación del impacto negativo en el inadecuado manejo de residuos sólidos y la deficiente o escasa gestión con respecto al problema, se deberán incluir dentro de este esquema variables económicas, sociales y ambientales. Dentro de este contexto surge la visión del llamado manejo integral de los residuos sólidos provenientes de actividades cotidianas, conocidas como Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

Así mismo a nivel mundial se trabaja en la búsqueda de soluciones para lograr un manejo de residuos sólidos con un bajo impacto ambiental, para ello se reconoce la relevancia que existe al afrontar esta situación ya que se han ido consolidando mecanismos de manejo integral de residuos sólidos con énfasis en la disposición final, aprovechamiento y valorización, útiles en la conservación no solo de espacio público, sino en la preservación y cuidado del medio ambiente y por ende la salud de los habitantes.

Por tal motivo, la presente investigación pretende ser elaborada con la finalidad de mejorar la gestión en el manejo de los residuos sólidos que genera el mercado Túpac Amaru, deseándose también traer como consecuencia un manejo y/o gestión, y la generación de ingresos por la comercialización de los residuos que generan.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVOS GENERALES

- Implementar un sistema de manejo integral y la disposición final de los residuos sólidos generados en el mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el grado de conocimiento de los comerciantes del mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca sobre los residuos sólidos y su manejo adecuado.
- Determinar el grado de conocimiento de la comunidad académica (estudiantes de colegio, docentes, universitarios, entre otros) colindante al mercado.
- Determinar la incidencia de los desechos producidos en la calidad de vida de los pobladores que habitan en los alrededores del mercado.
- Plantear un diseño de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos producidos en el mercado Túpac Amaru.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. RESEÑA HISTÓRICA

Los residuos sólidos son aquellos que provienen de las actividades animales y humanas, que generalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos, sin embargo pueden tener en determinado valor o pueden ser reciclados, los residuos sólidos se clasifican según su fuente generadora (origen) y sus características. (Chung, 2003).

Los problemas derivados de la generación de residuos pueden ser trazados desde tiempos en los que los seres humanos comenzaron a congregarse en tribus, aldeas y comunidades, la acumulación de residuos llegó a ser una consecuencia de la vida. El hecho de arrojar comida y otros residuos sólidos en las ciudades medievales, la práctica de tirar los residuos a las calles sin pavimento, carreteras y terrenos vacíos, llevo a la proliferación de ratas, con sus pulgas respectivas, portando éstas la plaga bubónica. La falta de algún plan para la gestión de los residuos sólidos llevó a la epidemia, la plaga, “la muerte negra”, la cual mató a la mitad de los europeos en el siglo XIV (1347-1352), causando muchas epidemias subsiguientes con altos índices de mortalidad. No fue hasta el siglo XIX cuando las medidas de control de la salud pública llegaron a ser de una consideración vital para los funcionarios públicos, quienes empezaron a darse cuenta que los residuos de comida tenían que ser recogidos y evacuados de una forma sanitaria para controlar a los roedores, las moscas y vectores sanitarios. (Tchobanoglous y Theisen, 1997).

Pero el problema no termina ahí, el siguiente punto era (y sigue siendo) ¿Qué hacer con los residuos recogidos? A principios del siglo XX los métodos frecuentes utilizados eran: Vertido sobre la tierra, vertido en agua, enterrar (arando el suelo), alimentación para cerdos, reducción e incineración. (Chung, 2003).

Cada uno de estos métodos se adaptaba a diferentes tipos de residuos. La Gestión de Residuos Sólidos con énfasis en el vertido controlado (o también conocido como relleno sanitario), comenzó en los años 30 en el Reino Unido y en Estados Unidos, en los años 40, en las ciudades de New York y California (Relleno Sanitario Municipal de Fresno) fueron las pioneras en aplicar este método a las grandes urbes. En la actualidad, en Lima, éste es el sistema mayormente utilizado por las municipalidades; sin embargo

esto trae un conjunto de problemas, entre ellos la aparición de vertidos incontrolados, los cuales constituyen un foco de contaminación. (Rodríguez, 2004).

Según referencias de estudios se ha demostrado que las ratas, moscas y otros transmisores de enfermedades se reproducen en vertederos incontrolados, tanto como en viviendas mal construidas o mal mantenidas, en instalaciones de almacenamiento de comida, y en muchos lugares donde hay comida y cobijo para las ratas y los insectos asociados a ellas. El servicio de salud pública USA (USPHS) ha publicado los resultados de un estudio relacionado con 22 enfermedades humanas con la gestión incorrecta de residuos sólidos. (Tchobanoglous y Theisen, 1997).

En el Perú se tienen algunas plantas de reciclaje, recolección y comercialización de residuos reaprovechables (papel, cartón, plástico y demás), desde la década del 50 se creó la ayuda social en donde el señor Abate Pierre, celebre religioso francés que vino a Lima y dejó funcionando la primera organización de “Los Traperos de Emaús”, comunidad destinada a ayudar a los desfavorecidos y que emplean como medio de ingreso la venta de objetos útiles en desecho (como suelen denominar a los residuos reutilizables), realizando una segregación y clasificación de los objetos, pasan a ser rematados en bazares para las personas de escasos recursos económicos. (Ley N^a 28611-Ley del Ambiente, 2005).

Asimismo en los últimos años la aparición de segregadores informales, comúnmente llamados “cachineros”, constituye un hecho que debe llamar la atención, ya que estas personas trabajan en contacto directo con los residuos y sin ninguna protección, constituyéndose así en otro foco de contaminación.

A lo largo de la historia aparecen nuevas técnicas para abordar el problema, de qué hacer con los residuos recogidos, las cuales son conocidas como técnicas de minimización de residuos sólidos y serán conceptualizadas en esta investigación.

2.2. RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos son considerados dentro de una variedad de materiales sólidos, también algunos líquidos, los que tiran o rechazan por estar gastados, ser inútiles, sin valor o estar en exceso. Estos pueden ser domésticos, industriales, agrícolas, comerciales, urbanos (incluyen todos los residuos generados de viviendas residenciales, edificios de apartamentos, establecimientos comerciales y de negocios, instalaciones

institucionales, actividades de construcción y demolición, servicios municipales y lugares de plantas de tratamiento), residuos voluminosos y de construcción. (Tchobanoglous y Theisen, 1997).

La transformación de los residuos sólidos puede lograrse mediante una adecuada separación y procesamiento, sometiendo a estos a una reducción de tamaño, separación por tamaño y densidad, separación magnética y compactación. También es importante contar con instalaciones y equipo para la adecuada manipulación, transporte y almacenamiento del mismo, así como para su recuperación.

Existen técnicas de conversión para la recuperación de los residuos sólidos entre las que se encuentran: incineración, pirólisis, gasificación, composteo y digestión anaeróbica. Por otro lado los materiales reciclables pueden ser latas de aluminio, papel y cartón, plásticos, vidrio, metales féreos y no féreos, residuos de jardín, residuos alimenticios, residuos de construcción, madera, aceite residual, neumáticos usados, baterías ácidas de plomo, pilas domésticas, etc. (Tchobanoglous y Theisen, 1997).

2.2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El conocimiento que se tiene a la fecha sobre los residuos sólidos, ha desarrollado varias formas de clasificarlos: (Tchobanoglous y Theisen, 1997).

- Por su naturaleza física: seca o húmeda.
- Por su composición química: materia orgánica y materia inorgánica.
- Por los riesgos potenciales: peligrosos, no-inertes e inertes.
- Por su origen, esto es donde o quien los genera.

Se pueden clasificar según su fuente generadora y según sus características. (Ley de RS N° 27314, 2000).

2.2.1.1. SEGÚN SU FUENTE GENERADORA

El conocimiento de las fuentes generadoras y los tipos de residuos así como sus tasas, son importantes para el diseño de un plan de minimización, los orígenes de los residuos sólidos se relacionan con el suelo y su localización, dentro de este grupo se tiene las siguientes categorías:

- a) Domiciliarios
- b) Comerciales

- c) Institucionales
- d) De las actividades de construcción
- e) Industriales
- f) Industrias asimilables a urbanos
- g) Agrícolas
- h) Residuos de servicios municipales
- **Residuos domiciliarios y comerciales:** Los residuos domiciliarios y comerciales constituyen residuos sólidos orgánicos que se generan en las zonas residenciales y comerciales, así se tiene que la fracción inorgánica de los mismos está conformada en su mayoría por vidrio, cerámica, latas, aluminio, metales férreos, cartón, papel, textiles, madera, etc.; la fracción correspondiente a orgánicos está conformada en su mayoría por residuos de comida entre otros. Cabe mencionar la existencia de residuos cuya descomposición es rápida (residuos orgánicos) sobre todo en climas templados, a estos se les conoce como residuos putrefactibles, cuya descomposición se manifiesta en el ambiente con la generación de malos olores y la aparición de moscas, las cuales son portadoras de enfermedades.

Este tipo de escenas se puede ver sobre todo en los puestos de comida ambulante, mercados, etc. donde las condiciones de preparación y eliminación de residuos son precarias.

Uno de los materiales que se encuentra en abundancia es el papel, del cual se conoce más de 40 clasificaciones, la composición de residuos domésticos y comerciales generalmente incluye: periódicos, libros, revistas, volantes, papel de oficina, cartón, embalajes de papel y cartón, pañuelos, toallas de papel. En cuanto a los plásticos, generalmente se encuentran las siguientes categorías:

- a. Polietileno teraftaleno (PET)
- b. Polietileno de alta densidad (PE-HD)
- c. Policloruro de vinilo (PVC)
- d. Polietileno de baja densidad (PE-LD)
- e. Polipropileno (PP)
- f. Poliestireno (PS)

Se identifican las bolsas de supermercado, vasos, platos y cubiertos descartables, botellas (de gaseosa, vinagre, detergente, shampoo, cremas, yogurt y aceite) envases de leche, margarina, empaques de frutas, verduras, huevos, etc.

También se debe mencionar los llamados residuos especiales, como los artículos voluminosos (artículos grandes, gastados o rotos, electrodomésticos de consumo, pilas o baterías entre otros). Las pilas representan una gran fuente de contaminación, es por eso que son recogidas aparte, ya que cuando se arrojan, estas pilas caen en la tierra donde liberan el metal del cual están hechas. A continuación se explica brevemente los metales más comunes y sus peligros.

- Mercurio: Causa daños en el sistema nervioso, fallas renales, trastornos gastrointestinales y hasta la muerte.
- Zinc y Litio: Se vuelven nocivos para la salud si se ingieren en altas concentraciones.
- Níquel: Puede destruir los tejidos de las membranas nasales.
- Cadmio: Actúa como cancerígeno y causa trastornos en el aparato digestivo. Es altamente peligroso para mujeres embarazadas.
- Plomo: Ataca numerosos órganos de nuestro cuerpo y es considerado como probablemente cancerígeno.

Aun así la mayoría de personas no toma conciencia de lo peligroso que representa desechar las pilas como cualquier otro residuo. Las principales fuente de generación de pilas como residuos son las viviendas, mecánicas, etc., por otro lado el quemarlas tampoco es solución ya que se desprenden los vapores de los ácidos de los metales y mucho menos arrojarlos al río o al inodoro por su altísimo poder contaminante.

Los residuos peligrosos, son aquellos residuos o combinación de residuos que representan una amenaza para la salud pública o a los organismos vivos, entre ellos están algunas sustancias químicas tóxicas e inflamables.

- **Residuos institucionales:** Son aquellos cuya fuente de generación son las instituciones públicas, centros educativos-universidades, cárceles, centros religiosos hospitales, etc., pero hay que mencionar que los residuos sólidos sanitarios generados en hospitales por lo general son separados y procesados aparte.

- **Residuos de las actividades de construcción:** Son aquellos propios de las obras, así se tiene los residuos que se generan en las construcciones, remodelaciones y arreglos de viviendas o edificios y otras estructuras, las podemos agrupar en residuos de construcción y su composición es variable, pero se he determinado que en forma general están constituidas principalmente por:
 - Ladrillo
 - Madera
 - Cerámica sanitaria
 - Piedras

Por otro lado los residuos generados por las demoliciones de edificios, el levantamiento de calles, construcción de aceras, puentes y demás estructuras se pueden agrupar en residuos de demolición y su composición es similar a los residuos de construcción además se puede incluir: vidrios rotos, plásticos, etc.

- **Residuos industriales:** Aquellos que se obtienen en las plantas de producción, comprenden los residuos sólidos y semisólidos del agua, aguas residuales, etc., son resultado del proceso de producción de las plantas, por lo tanto sus características varían según el tipo de tratamiento, a continuación se presentan algunos ejemplos: rechazos de tejidos de fibras, madera no útil, viruta, vidrio, goma, rechazos de papel y fibra, etc.
- **Residuos industriales asimilables a urbanos:** Son aquellos que se generan en pequeñas industrias, talleres, etc. que por su bajo volumen y baja toxicidad se pueden considerar como urbanos.
- **Residuos agrícolas:** Son aquellas que se generan en diversas actividades agrícolas (plantación de árboles, crianza de animales, producción de leche, etc.) esta clasificación incluye también a los rechazos. En este tipo de residuos se ve que el problema principal es el estiércol de los animales, el cual siempre se aprovecha por falta de conocimiento.
- **Residuos de servicios municipales:** Estos comprenden otros residuos de las comunidades que son generados por cualquier servicio brindado por las municipalidades, por ejemplo tenemos los residuos de la acción de barrer las calles, los tachos municipales, etc.

Tabla 1. Clasificación de residuos

FUENTE	INSATALACIONES O ACTIVIDADES QUE LOS GENERAN	TIPOS DE RESIDUOS
Doméstica	Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura, unifamiliares, multifamiliares, etc.	Residuos de comida, papel, plástico, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, etc.
Comercial	Tiendas, restaurantes, edificios de oficina, hoteles, imprentas, etc.	Papel, cartón, plástico, madera, residuos de cocina, vidrio, metales y residuos peligrosos.
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, entidades públicas, iglesias, etc.	Similar al comercial.
Construcción y demolición	Lugares nuevos de construcción, reparación de obras civiles, demolición de estructuras.	Ladrillo, madera, cerámica sanitaria, hormigón, vidrios rotos, etc.
Industriales	Fábrica pesada y ligera, refinerías, plantas químicas, etc.	Residuos de procesos industriales, chatarra, madera no útil, viruta, vidrio, goma, rechazos de papel y fibra, metales, residuos especiales, residuos peligrosos, etc.
Residuos industriales asimilables a urbanos	Pequeños talleres, empresas, etc.	Similar a los industriales, pero en menor cantidad.
Agrícolas	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc.	Residuos de comida, residuos peligrosos, estiércol, etc.
Servicios municipales	Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, parques y playas, etc.	Residuos especiales, basura, barredura de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de cuencas, etc.

FUENTE: Torres Ll. A., (2008)

2.2.1.2. SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS

Este tipo de clasificación más general, pero también útil para la selección de la técnica de minimización de residuos; según este esquema se tienen dos clases: orgánicos e inorgánicos.

- **Residuos orgánicos:** Se genera de los restos de los seres vivos, como plantas y animales. Algunos ejemplos: verduras, cáscaras de frutas o huevo, los huesos de res o pollo, espinas de pescado, restos de comida, papel, telas, etc. los cuales tienden a disminuir en las sociedades más avanzadas. Los residuos orgánicos son muy útiles para el compostaje.

- **Residuos inorgánicos:** Aquellos cuyo origen no es orgánico, provienen de minerales y productos sintéticos, como por ejemplo: telas sintéticas, vidrio, cristal, empaques de plástico, aluminio o latas, tarros metálicos, etc., son muy útiles para el proceso de reciclaje.

2.2.2. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La composición es muy variada y depende del tipo de costumbres que predominan en los lugares de recojo así como el poder adquisitivo y del grado de desarrollo y cultura, sin embargo es importante conocerlos para planear un adecuado plan de gestión, esto implica conocer los materiales que pueden ser adaptados. La evolución de las sociedades ha marcado la aparición de nuevos residuos los cuales han ocasionado que los residuos sólidos orgánicos poco a poco les ceden el paso.

2.2.2.1. MATERIALES GENERALMENTE RECUPERADOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Dentro de la composición de los RS, existe un grupo de materiales que se tienen en cuenta en la mayoría de planes de gestión de RS, por lo cual su estudio es importante.

- **Aluminio**

El aluminio que se separa está conformado por dos sectores de latas de aluminio primario y aluminio secundario, este incluye marcos de ventana, contrapuestas, etc.

- **Papeles y cartones**

Los papeles y cartones una vez separados deben limpiarse y clasificarse según su tipo ya que cada uno de ellos tiene una valoración diferente en el mercado.

- **Plásticos**

Lo que más se encuentra y se recicla son el polietileno teraftaleno (PET) usado para la fabricación de botellas de bebidas y el polietileno de alta densidad (PE-HD), usado en recipientes de leche y agua, entre otros. Los plásticos también se pueden clasificar en: fragmentos limpios de calidad comercial y desechos usados.

- **Vidrios**

Este material es frecuentemente utilizado para el reciclaje al igual que los anteriores, los principales tipos de vidrio que se pueden apreciar son: vidrio de

recipiente (por ejemplo botellas) y vidrio plano (por ejemplo ventanas); sin embargo dentro de esta categoría existen vidrios que generalmente se rechazan.

- Vidrio (roto) de auto (parabrisas).
- Vidrio (roto) de ventana.
- Espejos.
- Ampolletas y fluorescentes.
- Lozas (que no son de vidrio).

- **Materiales férreos (hierro y acero)**

Tradicionalmente los metales férreos se recuperan de los centros donde se almacena la chatarra. Sin embargo, en la actualidad el reciclaje de latas de acero está siendo cada vez más popular debido a que es más fácil de separar y vienen en gran cantidad, se debe tener en cuenta que anteriormente la fuente de recuperación de los metales férreos eran: artículos, autos y electrodomésticos, los cuales son difíciles de separar.

- **Metales no férreos**

Este tipo de residuos es recuperado de artículos domésticos comunes, productos de construcción, entre otros; para ser reciclables deben ser separados previamente y limpiados de elementos extraños, como telas, plásticos, gomas, etc.

- **Residuos de jardín**

En la mayoría de lugares se recoge separadamente, su utilidad está en el compostaje, en especial hojas, recortes de césped y arbustos, etc.

- **Residuos de la construcción y demolición**

En muchos lugares del mundo, se pueden separar en artículos vendibles como:

- Astillas de madera, usados como combustible (carbón).
- Agregado para hormigón.
- Metales férreos y no férreos.
- Tierra para usar como material de relleno.

En el siguiente cuadro, definiremos los tipos de materiales que se reciclan normalmente, sus características y usos.

Tabla 2. Principales materiales reciclables

Material reciclable	Tipos de materiales y usos
<i>Aluminio</i>	Latas de cerveza y refrescos
<i>Papel:</i> - Papel periódico usado - Cartón ondulado - Papel de alta calidad - Papel mezclado	Periódicos Empaquetamiento en bruto Papel de reporte, hojas de cálculo, etc. Varias mezclas de papel limpio, incluyendo papel periódico, revistas, etc.
<i>Plásticos:</i> PET PE-HD PE-BD PS Multilaminados y otros Plásticos mezclados	Botellas de refrescos, botellas de mayonesa y aceite vegetal, películas fotográficas. Bidones de leche, contenedores de agua, botellas de detergente y aceite de cocina. Envases de película fina y rollos de película fina para envolturas, bolsas de limpieza en seco y otros materiales de película. Envases para componentes electrónicos y eléctricos, cajas de espuma, envases para comida rápida, cubiertos vajillas y platos para microondas. Envases multilaminados. Diversas combinaciones.
<i>Vidrio</i>	Botellas y recipientes de vidrio blanco, verde y ámbar.
<i>Metal férreo</i>	Latas de hojalata, bienes de línea blanca y otros productos.
<i>Metales no férreos</i>	Aluminio, cobre, plomo, etc.
<i>Fracción orgánica</i>	Utilizado para preparar compost. Utilizado por el metanol, etanol y otros compuestos orgánicos.
<i>Residuos de construcción y demolición</i>	Suelos, asfalto, hormigón, madera, cartón de yeso, grava, metales.
<i>Madera</i>	Materiales para empaquetamiento, pallets, restos de madera usada de proyectos de construcción.
<i>Aceite residual</i>	Aceite de automóviles y camiones reprocessados, aceite quemado de pollerías.
<i>Neumáticos</i>	De automóviles y camiones.
<i>Baterías ácidas de plomo</i>	Trituradas para recuperar componentes individuales como ácido plástico y plomo.
<i>Pilas domésticas</i>	Potencial para recuperación de zinc, mercurio y plata.

FUENTE: Tchobanoglous G.–Theisen H. (1997)

2.2.3. PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas más importantes son: el contenido de humedad, el volumen y el peso específico:

2.2.3.1. CONTENIDO DE HUMEDAD

Para el cálculo del contenido de humedad de los residuos sólidos, se ha utilizado el método peso-húmedo y la siguiente ecuación (1): (Tchobanoglous, 1997)

$$M = \frac{w - d}{w} * 100 \quad Ec. (1)$$

Dónde:

M = Contenido de humedad en porcentaje

w = Peso inicial de la muestra

d = Peso de la muestra después de secarse

El contenido de humedad de los residuos sólidos emplazados en el vertedero dan origen a la generación de lixiviados, los que se ven incrementados en época de avenidas; dichos lixiviados al no ser tratados producen contaminación en los cuerpos de agua subterráneos y superficiales, y en los suelos.

2.2.3.2. VOLUMEN

El volumen total de los residuos sólidos que genera el mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca, permitirá el diseño adecuado de rutas, frecuencia y número de unidades de recolección, número y capacidad de contenedores y el diseño de infraestructura necesaria para la disposición final y el cálculo de la vida útil del mismo.

2.2.3.3. DENSIDAD

Teniendo en cuenta el peso total de los residuos sólidos y el volumen calculado, se calcula el peso específico de los residuos sólidos como recogidos: (Tchobanoglous, 1997).

$$\rho = \frac{Kg}{m^3}$$

2.2.4. PROPIEDADES QUÍMICAS

La información sobre la composición química de los componentes que conforman los residuos sólidos es importante para evaluar una futura opción de procesamiento y recuperación.

2.2.4.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Se definen las fórmulas químicas empíricas del total de generación con las fórmulas químicas que a continuación se detallan. (Tchobanoglous y Theisen, 1997).

Fórmulas químicas empíricas del total de residuos sólidos generados

➤ *Fórmulas químicas sin azufre:*

Sin agua: $C_{49}H_{79}O_{21}N$

Con agua: $C_{49}H_{185}O_{75}N$

➤ *Fórmulas químicas con azufre:*

Sin agua: $C_{586}H_{934}O_{248}N_{12}S$

Con agua: $C_{586}H_{2194}O_{885}N_{12}S$

Fórmulas químicas empíricas de la fracción orgánica

➤ *Fórmulas químicas sin azufre:*

Sin agua: $C_{20}H_{31}O_{10}N$

Con agua: $C_{20}H_{78}O_{34}N$

➤ *Fórmulas químicas con azufre:*

Sin agua: $C_{291}H_{445}O_{143}N_{0,7}S_{14}$

Con agua: $C_{291}H_{1124}O_{486}N_{0,7}S_{14}$

2.3. BOTADERO DE BASURA A CIELO ABIERTO O BASURERO

El botadero de basura es una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que el mismo produce en sus diversas actividades. Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos. (RAMÍREZ, 2014).

Los botaderos de basura a cielo abierto son cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. En ellos se observa la presencia de perros, vacas, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones infrahumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores. (RAMÍREZ, 2014).

La segregación de subproductos de la basura promueve la proliferación de negocios relacionados con la reventa de materiales y el comercio ilegal. Ello ocasiona la depreciación de las áreas y construcciones colindantes; asimismo, genera suciedad, incremento de contaminantes atmosféricos y falta de seguridad por el tipo de personas que concurren a estos sitios.

En la actualidad, el hecho de que los municipios abandonen sus basuras en botaderos a cielo abierto es considerado una práctica irresponsable para con las generaciones presentes y futuras, así como opuesta al desarrollo sostenible. (RAMÍREZ, 2014).

2.4. RELLENO SANITARIO

Según lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, una infraestructura de disposición final, debidamente equipada y operada, que permite disponer sanitaria y ambientalmente segura los residuos sólidos.

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.

En la actualidad el relleno sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control. (Jaramillo, 2002)

2.4.1. TIPOS DE RELLENO SANITARIO

En relación con la disposición final de RSM, se podría proponer tres tipos de rellenos sanitarios, a saber: (Jaramillo, 2002).

2.4.1.1. RELLENO SANITARIO MECANIZADO

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que se generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento.

Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.

2.4.1.2. RELLENO SANITARIO SEMIMECANIZADO

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada con apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar *semimecanizado*.

2.4.1.3. RELLENO SANITARIO MANUAL

Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen menos de 15 toneladas diarias, además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

El término *manual* se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas.

2.4.2. MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO

El método constructivo y la subsecuente operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque dependen también del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras básicas de construir un relleno sanitario. (Jaramillo, 2002)

2.4.2.1. MÉTODO DE TRINCHERA O ZANJA

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor de orugas. Hay experiencias de excavación de trincheras de hasta de 7 metros de profundidad. Los RSM se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada.

Se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. De ahí que se deba construir canales perimétricos para captarlas y desviarlas e incluso proveer a las zanjas de drenajes internos. En casos extremos se puede construir un techo sobre ellas o bien bombear el agua acumulada. Sus taludes o paredes deben estar cortados de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco los son, debido a las dificultades de excavación. (Jaramillo, 2002)

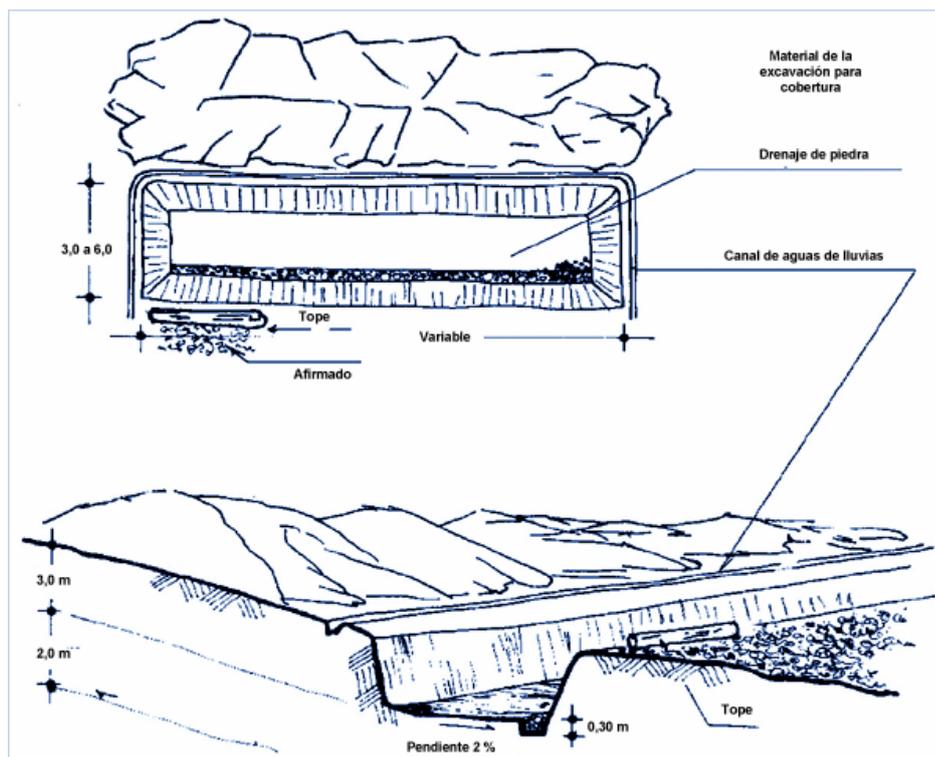


Figura 1. Método de trinchera para construir un relleno sanitario

FUENTE: Jaramillo J., (2002)

2.4.2.2. MÉTODO DE ÁREA

En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, esta puede depositarse directamente sobre el suelo original, el que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno. En estos casos, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios, o, de ser posible, extraído de la capa superficial. Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno. (Jaramillo, 2002).

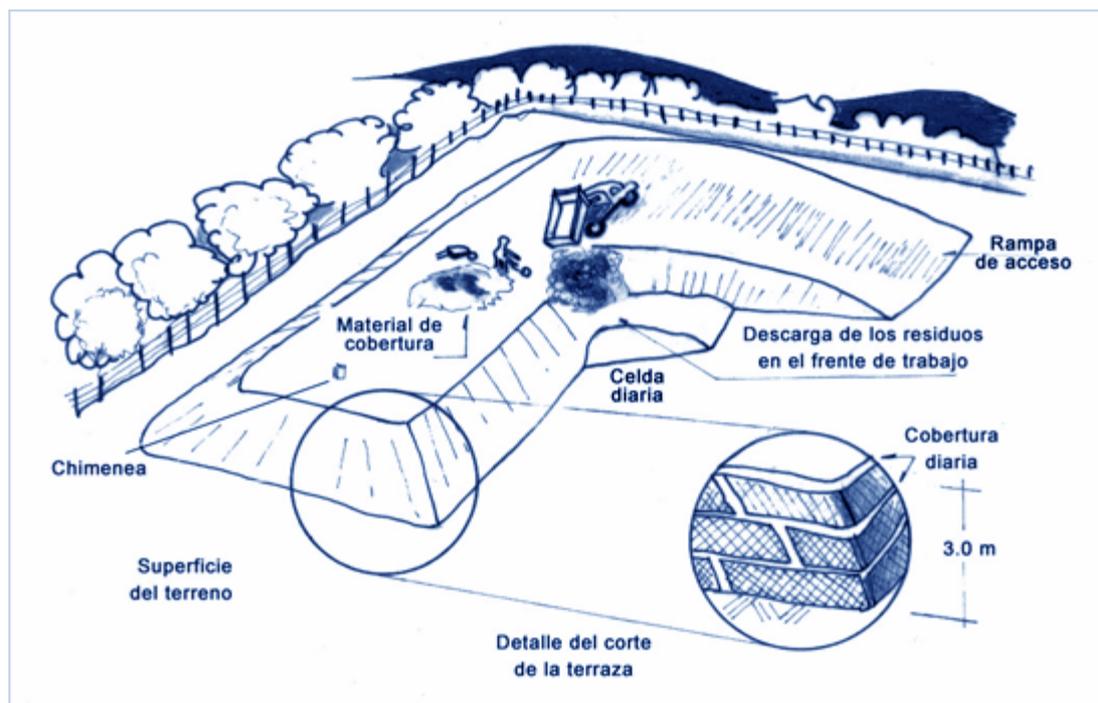


Figura 2. Método de área para construir un relleno sanitario

FUENTE: Jaramillo J., (2002)

Sirve también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno o, en su defecto, de un lugar cercano para evitar los costos de acarreo. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse del fondo hacia arriba.

El relleno sanitario se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno, es decir, la basura se descarga en la base del talud, se extiende y apisona contra él y se recubre diariamente con una capa de tierra. Se continúa la operación avanzando sobre el terreno, conservando una pendiente suave de unos 18,4 a 26,5 grados en el talud, es decir, la relación vertical horizontal de 1:3 a 1:2, respectivamente, y de 1 a 2 grados en la superficie, o sea, de 2 a 3,5%. (Jaramillo, 2002)

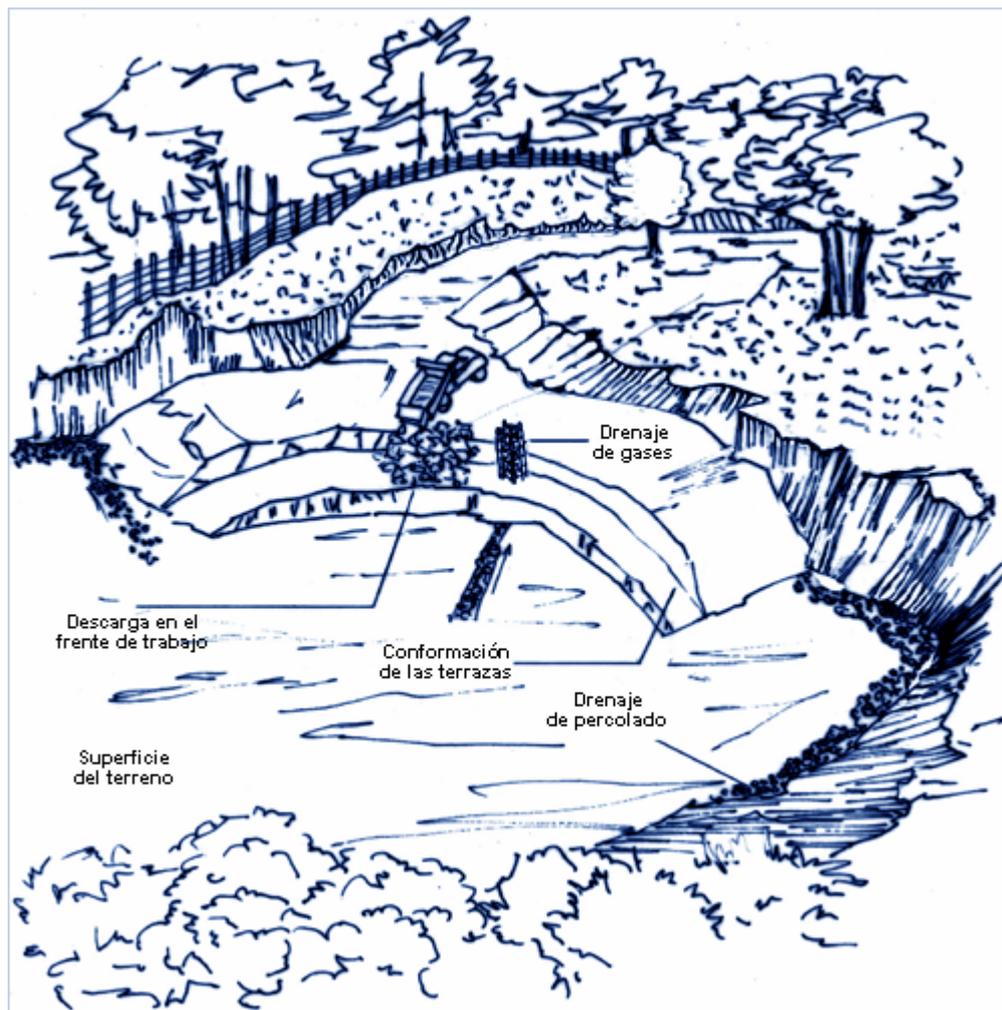


Figura 3. Método de área para rellenar depresiones

FUENTE: Jaramillo J., (2002)

2.4.2.3. COMBINACIÓN DE AMBOS MÉTODOS

Dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno y el material de cobertura; así como para obtener mejores resultados. (Jaramillo, 2002)

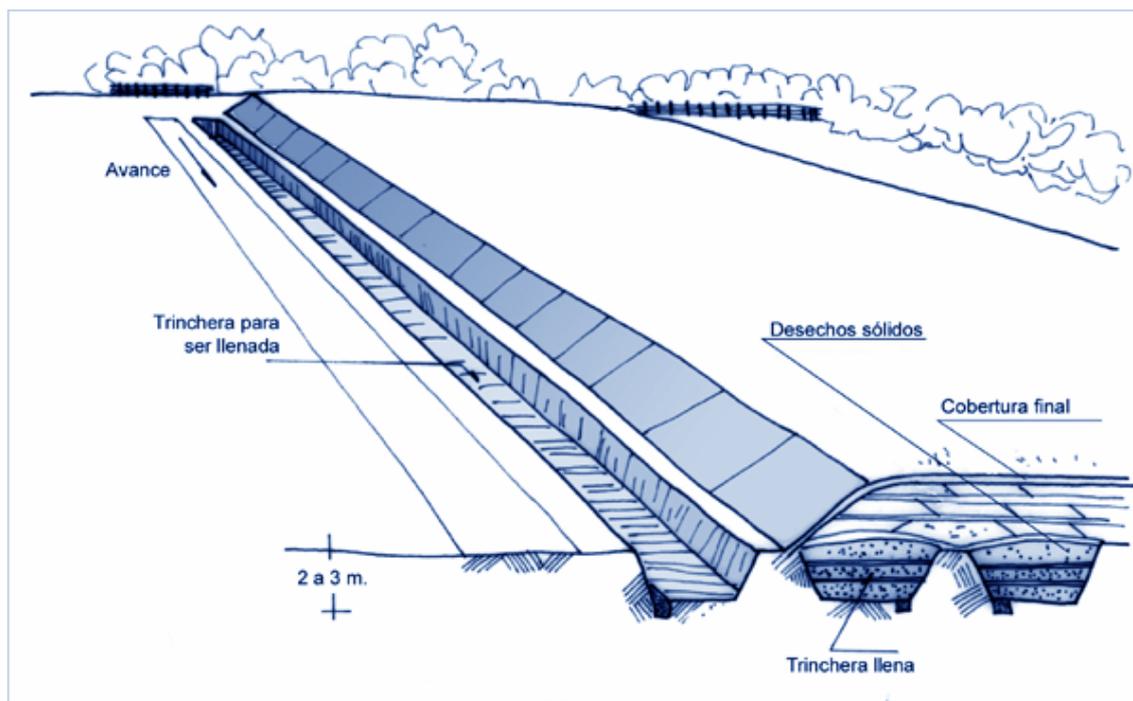


Figura 4. Combinación de ambos métodos para construir un relleno sanitario

FUENTE: Jaramillo J., (2002)

2.4.3. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE UN RELLENO SANITARIO

El siguiente cuadro resume las principales ventajas y desventajas del relleno sanitario.

Tabla 3. Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario

VENTAJAS	LIMITACIONES
1. La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para instaurar el tratamiento de residuos mediante plantas de incineración o de compost.	1. La adquisición del terreno es difícil debido a la oposición de los vecinos al sitio seleccionado, fenómeno conocido como NIMBY (<i>not in my back yard</i> , “no en mi patio trasero”), por diversas razones: <ul style="list-style-type: none"> • La falta de conocimiento sobre la técnica de relleno sanitario. • Se asocia el término <i>relleno sanitario</i> al de botadero a cielo abierto. • La evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales que no garantizan la calidad ni sostenibilidad de la obra.
2. Tiene menores costos de operación y mantenimiento que los métodos de tratamiento.	2. Es rápido proceso de urbanización que limita y encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, lo que obliga a ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de la población.
3. Un relleno sanitario es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de RSM.	3. La vulnerabilidad de la calidad de las operaciones del relleno y el alto riesgo de transformarlo en un botadero a cielo abierto, principalmente por la falta de voluntad política de las administraciones municipales para invertir los fondos necesarios a fin de asegurar su correcta operación y mantenimiento.
4. Genera empleo de mano de obra poco calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo.	4. No se recomienda el uso del relleno clausurado para construir viviendas, escuelas, etc.
5. Recupera gas metano en los rellenos sanitario que reciben más de 500 t/día, lo que puede constituir una fuente alternativa de energía para algunas ciudades.	5. Las limitaciones para construir infraestructura pesada por los asentamientos y hundimientos después de clausurado el relleno.
6. Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca del área urbana como lo permitía la existencia de lugares disponibles, lo que reduce los costos de transporte y facilita la supervisión por parte de la comunidad.	6. Se requiere un monitoreo de la clausura del relleno sanitario no solo para controlar los impactos ambientales negativos, sino también para evitar que la población use el sitio indebidamente.
7. Permite recuperar terrenos que se consideraban improductivos o marginales, tornándolos útiles, para la construcción de parques, áreas recreativas y verdes, etc.	7. Puede ocasionar impacto ambiental de largo plazo si no se toman las previsiones necesarias en la selección del sitio y no se ejercen los controles para mitigarlos. En rellenos sanitarios de gran tamaño conviene analizar los efectos del tráfico vehicular, sobre todo de los camiones que transportan los residuos por las vías que confluyen al sitio y que producen polvo, ruido y material volante. En el vecindario el impacto lo generan los líquidos, gases y malos olores que pueden emanar del relleno.
8. Un relleno sanitario puede comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación de residuos.	8. Los predios o terrenos situados alrededor del relleno sanitario pueden devaluarse.
9. Se considera flexible porque puede recibir mayores cantidades adicionales de residuos con poco incremento de personal.	9. En general, no puede recibir residuos peligrosos.

FUENTE: Jaramillo J., (2002)

2.4.4. REACCIONES QUE SE GENERAN EN UN RELLENO SANITARIO

2.4.4.1. CAMBIOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS

Los RSM depositados en un relleno sanitario presentan una serie de cambios físicos, químicos y biológicos de manera simultánea e interrelacionada. Estos cambios se describen a continuación a fin de dar una idea de los procesos internos que se presentan cuando los residuos son confinados. (Jaramillo, 2002)

- Cambios físicos: Los cambios físicos más importantes están asociados con compactación de los RSM, la difusión de gases dentro y fuera del relleno sanitario, el ingreso de agua y el movimiento de líquidos en el interior y hacia el subsuelo y con los asentamientos causados por la consolidación y descomposición de la materia orgánica depositada.

El movimiento de gases es de particular importancia para el control operacional y el mantenimiento del sistema. Por ejemplo, cuando el biogás se encuentra atrapado, la presión interna puede causar agrietamiento de la cubierta y fisuras, lo que permite el ingreso de agua de lluvia al interior del relleno sanitario, lo que provoca mayor generación de gases y lixiviados. Lo anterior contribuye a que se produzcan hundimientos y asentamientos diferenciales en la superficie y que se desestabilizan los terraplenes por el mayor peso de la masa de desechos.

- Reacciones químicas: Las reacciones químicas que ocurren dentro del relleno sanitario e incluso en los botaderos de basura abarcan la disolución y suspensión de materiales y productos de conversión biológica en los líquidos que se infiltran a través de la masa de RSM, la evaporación de compuestos químicos y agua, la adsorción de compuestos orgánicos volátiles, la deshalogenación y descomposición de compuestos orgánicos y las reacciones de óxido-reducción que afectan la disolución de metales y sales metálicas. (la importancia de la descomposición de los productos orgánicos reside en que estos materiales pueden ser transportados fuera del relleno sanitario o del botadero de basura con los lixiviados).
- Reacciones biológicas: Las más importantes reacciones biológicas que ocurren en los rellenos sanitarios son realizadas por los microorganismos aerobios y anaerobios y están asociadas con la fracción orgánica contenida en los RSM. El

proceso de descomposición empieza con la presencia del oxígeno (fase aerobia), una vez que los residuos son cubiertos, el oxígeno empieza a ser consumido por la actividad biológica, durante esta fase se genera principalmente dióxido de carbono. Una vez consumido el oxígeno, la descomposición se lleva a cabo sin él (fase anaerobia), aquí la materia orgánica se transforma en dióxido de carbono, metano y cantidades de traza de amoníaco y ácido sulfúrico.

2.4.4.2. GENERACIÓN DE LÍQUIDOS Y GASES

Casi todos los residuos sólidos sufren cierto grado de descomposición, pero es la fracción orgánica la que presenta los mayores cambios. Los subproductos de la descomposición están integrados por líquidos, gases y sólidos. (Jaramillo, 2002)

- Líquido lixiviado o percolado: La descomposición o putrefacción natural de la basura produce un líquido maloliente de color negro, conocido como lixiviado o percolado, parecido a las aguas residuales domésticas, pero mucho más concentrado.

Las aguas de lluvia que atraviesan las capas de basura aumentan su volumen en una proporción mucho mayor que la que produce la misma humedad de los RSM, de ahí que sea importante interceptarlas y desviarlas para evitar el incremento de lixiviado, de lo contrario, podría haber problemas en la operación del relleno y contaminación en las corrientes y nacimientos de agua y pozos vecinos.

- Gases: Un relleno sanitario se comporta como un digestor anaerobio. Debido a la descomposición o putrefacción natural de los RSM, no solo se producen líquidos sino también gases y otros compuestos. La descomposición de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio tiene dos etapas: aerobia y anaerobia.

El gas metano reviste el mayor interés porque, a pesar de ser inodoro e incoloro es inflamable y explosivo si se concentra en el aire en una proporción de 5 a 15% en volumen; los gases tienden a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno y aprovechan cualquier fisura del terreno o permeabilidad de la cubierta para salir. Cuando el gas metano se acumula en el interior del relleno y migra a las áreas vecinas, puede generar riesgos de explosión. Por lo tanto, se

recomienda una adecuada ventilación de este gas, aunque en los pequeños rellenos este no es un problema muy significativo. (Jaramillo, 2002)

2.5. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (GIRS)

Es una metodología donde se manipulan los residuos para su reducción, reciclado, transformación y vertido, así como el control sistemático y determinado de los elementos funcionales como su generación, manipulación, recolección, separación, procesamiento y transformación, transferencia, transporte, vertido y recuperación de suelo postclausura del vertedero. (Tchobanoglous y Theisen, 1997).

La combinación de los elementos de gestión que involucra los factores sociales, políticos y técnicos, es los que da lugar a la gestión integral de residuos sólidos.

Por otro lado la GIRS, puede ser un sistema orientado al mercado flexible y capaz de manejar todos los tipos de residuos sólidos, comprende una serie de acciones que, en su conjunto lo componen y le dan forma con la finalidad de establecer un sistema a cada localidad, donde el objetivo es la maximización del aprovechamiento de los recursos y la prevención o reducción de los impactos adversos al ambiente, que pudieran derivar de dicho manejo. Todo esto bajo un esquema de que las acciones a utilizar sean técnica y económicamente viables, ambientalmente sustentables y socialmente aceptables. Con el fin de lograr un manejo sustentable de residuos, por medio de la reducción de gases invernadero, disminución de tasas de residuos que llegan a rellenos sanitarios y maximización del aprovechamiento de los recursos. (Cortinas, 2004).

Esta gestión implica considerar todas las etapas del manejo de los residuos sólidos como un todo y no como una suma de partes, abordándose la problemática ambiental de los residuos sólidos de manera mucho más eficiente. De este modo, existe un orden para abordar el problema, el cual se debe iniciar por la prevención, lo que supone estar preparado para tomar las acciones del caso; luego la minimización de impactos y residuos. El paso siguiente es la reutilización y reciclaje, donde se busca volver a usar los residuos, luego sigue el proceso de tratamiento, por el cual se pretende reducir los componentes dañinos contenidos en los residuos y que pueden dañar el ambiente. La última etapa es la disposición final segura de los residuos sólidos. (CNUMA, 1992).



Figura 5. Jerarquía del manejo de residuos sólidos

FUENTE: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, República Federativa del Brasil – junio de 1992.

La gestión de residuos sólidos en nuestro país se viene orientada a los objetivos de minimización, reutilización y reciclaje. A los municipios distritales les corresponde elaborar y ejecutar sus planes de gestión de residuos sólidos; y a los municipios provinciales, el plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos (PIGARS).

En este contexto, la minimización de la generación de los residuos sólidos tiene dos objetivos: generar menor volumen y con menor peligrosidad. La minimización se debe lograr sin el deterioro de la calidad de vida.

La estrategia de las 3R, se orienta al manejo de los residuos sólidos que sea más sustentable con el medio ambiente y específicamente da prioridad a la reducción en volumen de residuos generados. Las 3R corresponde a las siglas de las palabras: Reducir, Reutilizar y Reciclar.

- Reducir: Se refiere el volumen de los residuos. Por ejemplo, consumir productos con empaques más pequeños o empaques elaborados con materiales biodegradables o reciclables.
- Reutilizar: Se refiere a los materiales que aún pueden servir, en lugar de desecharlos. Por ejemplo, utilizar botellas de PET o vidrio para almacenar agua, aceites o alimentos.
- Reciclar: Se refiere a transformar los materiales de desecho en nuevos productos. Por ejemplo, transformar botellas de PET desechadas en fibras sintéticas para la confección de prendas de vestir.

2.5.1. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La generación de residuos sólidos abarca las actividades en las que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional, y son tirados o bien recogidos para la evacuación.

Esta etapa no está controlada todavía, pero se considera un método para limitar las cantidades de residuos generados en el futuro. (Tchobanoglous G.–Theisen H. 1997).

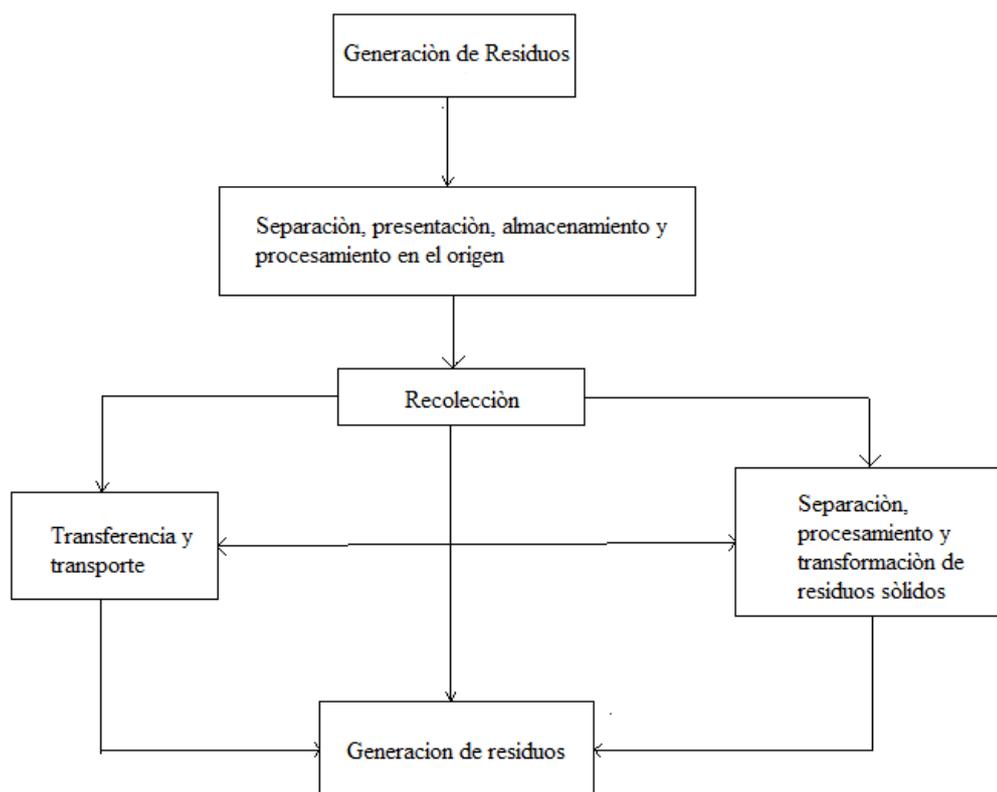


Figura 6. Diagrama de los elementos funcionales de un sistema de gestión de residuos sólidos

FUENTE: Tchobanoglous G.–Theisen H. (1997)

Cuando todos los elementos anteriores han sido evaluados para su uso y se conectan entre sí, generan mayor eficacia y rentabilidad. Así mismo, constituyen la columna vertebral del plan de gestión y de ahí la importancia que significa poder organizar la gestión de una manera ordenada y precisa.

- **Separación de residuos, presentación, almacenamiento y procesamiento en el origen**

La separación de residuos en la fuente consiste en la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación. Luego se procede a la presentación que es la actividad del usuario de envasar, empacar e identificar todo tipo de residuos sólidos para su almacenamiento y posterior entrega a la entidad prestadora del servicio de aseo. En este proceso se puede realizar un pre-tratamiento o procesamiento en el origen a los residuos aprovechables como la compactación y el compostaje de residuos de jardinería. (Conesa, 1995).

- **Recolección**

No solo incluye la recolección de los residuos y materiales reciclables, sino también el transporte de estos materiales, después de haberlos recogido, al lugar donde se vacía el vehículo de recogida. Este lugar puede ser una estación de transferencia, una instalación de procesamiento de materiales o un vertedero.

- **Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos**

Esta función abarca la recuperación de los elementos separados anteriormente, la separación y el procesamiento de los componentes de los residuos sólidos. La separación y el procesamiento de residuos que han sido separados en la fuente y la separación de residuos no seleccionados normalmente tienen lugar en las instalaciones de recuperación de materiales, estaciones de transferencia, instalaciones de incineración y lugares de evacuación. El procesamiento generalmente incluye: la separación de objetos voluminosos, separación de los componentes de los residuos por tamaño utilizando cribas, separación manual de los componentes de los residuos, la reducción de tamaño mediante trituración, reducción del volumen mediante compactación y la incineración. (Conesa, 1995).

- **Transferencia y transporte**

Comprende dos pasos: la transferencia de residuos desde un vehículo de recogida pequeño hasta un equipo de transporte más grande y el transporte subsiguiente de los residuos, a un lugar de procesamiento o evacuación. (Conesa, 1995).

- **Evacuación**

Actualmente la evacuación de los residuos se hace normalmente a los vertederos controlados o mediante la extensión en superficie. Un vertedero controlado es una instalación de ingeniería utilizada para la evacuación de residuos sólidos en el suelo o dentro del manto de la tierra, generando así condiciones de salubridad y seguridad para la población. (Conesa, 1995).

2.5.2. EFECTOS DE LA INADECUADA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

2.5.2.1. RIESGOS PARA LA SALUD

La importancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no está bien determinada; sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas de ellas, al lado de otros factores, principalmente por vías indirectas.

Para comprender con mayor claridad sus efectos en la salud de las personas, es necesario distinguir entre los riesgos directos y los riesgos indirectos que provocan.

2.5.2.2. EFECTOS EN EL AMBIENTE

El efecto ambiental más obvio del manejo inadecuado de los residuos sólidos lo constituye el deterioro estético de las ciudades, así como del paisaje natural, tanto urbano como rural. La degradación del paisaje natural, ocasionada por la basura arrojada sin ningún control, va en aumento, es cada vez más común observar botaderos a cielo abierto o basura amontonada en cualquier lugar.

2.5.2.2.1. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, por el vertimiento de basura a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado (lixiviados), producto de la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos a cielo abierto.

Es necesario llamar la atención respecto a la contaminación de las aguas subterráneas, conocidos como mantos freáticos o acuíferos, puesto que son fuentes de agua de poblaciones enteras. Las fuentes contaminadas implican consecuencias para la salud pública cuando no se tratan debidamente y grandes gastos de potabilización.

La descarga de residuos sólidos a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica que disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes que propician el desarrollo de lagos y dan lugar a la eutroficación, causa la muerte de peces, genera malos olores y deteriora la belleza natural de este recurso. Por tal motivo, en muchas regiones las corrientes de agua han dejado de ser fuente de abastecimiento para el consumo humano o de la recreación de sus habitantes.

La descarga de la basura en arroyos y canales o su abandono en las vías públicas, también trae consigo la disminución de los cauces y la obstrucción tanto de estos como de las redes de alcantarillado. En los periodos de lluvias, provoca inundaciones que pueden ocasionar la pérdida de cultivos, bienes materiales, y de lo que es más grave aún de vidas humanas.

2.5.2.2.2. CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Otro efecto negativo fácilmente reconocible es el deterioro estético de pueblos y ciudades, con la consecuente desvalorización, tanto de los terrenos donde se localizan los botaderos, como de las áreas vecinas, por el abandono y acumulación de la basura. Además, la contaminación o el envenenamiento de los suelos es otro de los perjuicios de dichos botaderos, debido a las descargas de sustancias tóxicas y a la falta de control por parte de la autoridad ambiental.

2.5.2.2.3. CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Los residuos sólidos abandonados en los botaderos a cielo abierto deterioran la calidad del aire que respiramos, tanto localmente como en los alrededores, a causa de las quemaduras y humos, que reducen la visibilidad y del polvo que levanta el viento en los periodos secos, ya que puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los olores pestilentes. (Contanhede y Sandoval, 2008).

2.6. ANTECEDENTES

- URIZA (2016), se basó su proyecto en un diseño metodológico mixto entre lo cuantitativo y cualitativo, implementando una encuesta para analizar la cantidad y las características de los residuos sólidos domésticos urbanos. A lo largo de su proceso investigativo coexistieron tres grandes componentes: la investigación, la implementación y la propuesta, los cuales se pudieron tener en cuenta para la caracterización de los residuos sólidos en la ciudad y

esta propuesta surgió como resultado del proceso investigativo. Finalmente se propone generar información para la elaboración de un material visual que ayude a la sensibilización y orientación de la población en cuanto a la separación de los residuos sólidos en la fuente, así como un uso adecuado de los métodos de recolección, transporte y disposición final.

- CALVA *et al.* (2014), su trabajo se basó en la evaluación de la gestión municipal de residuos sólidos urbanos en el municipio de Mexicali, el análisis comprendió una revisión documental, entrevistas semi-estructuradas y talleres participativos agrupados en tres apartados. El balance final mostró avances en el marco jurídico con una débil instrumentación operativa y la necesidad de crear o reforzar el desarrollo de investigación, conformación de mercados, monitoreo de información y participación pública.
- ALCAÏNO (2013), concluyó que no existe una única solución para lograr una gestión ambientalmente adecuada de los residuos, sin embargo, es ampliamente aceptado que los esfuerzos deben privilegiar la minimización y el manejo previo a su disposición final. En este contexto, se debe congelar y/o disminuir la tendencia actual de aumento en la producción de residuos detectada en el estudio de generación de la comuna de Machali. De igual manera se debe incentivar el reciclaje y la valorización de residuos modificando actitudes y conductas de comportamiento, y por último para asegurar la efectividad en el impacto y replicabilidad de las iniciativas, se debe promover el desarrollo de programas de sensibilización ambiental, fomentando la participación activa de la comunidad no solo en programas y proyectos, sino también como agentes promovedores de cambio.
- SÀNCHEZ *et al.* (2013), implementaron un Programa de Educación Ambiental con colaboración de docentes, empleados municipales y estudiantes de la FAyA-UNSE, logrando así un cambio de actitud de los vecinos de diferentes zonas. Desde Julio del 2013 se realizó la recolección diferenciada a toda la población, recolectando lunes, miércoles y viernes los residuos biodegradables y enterrables, mientras que los martes y jueves los reciclables secos. El 65% de la población considera agradable la tarea de separación y el 35% considera que no es complicada. Además se diseñó y construyó un nuevo sitio de disposición final con tres grandes zonas

(zona de enterramiento, zona de separación y acopio y la zona de compostaje).

- HIDALGO (2012), realizó su investigación de forma explorativa y descriptiva, profundizando en investigación de campo y documentación bibliográfico. Determinando como resultados que el manejo no adecuado de los Residuos sólidos Municipales acusan graves daños al medio ambiente, y por ende a la salud de los habitantes del Cantón Archidona. Así también la recomendación básica que se dispone al realzar el diseño de un relleno sanitario manual que cubra con la demanda de la disposición final de los RSM durante los próximos 25 años, tomando énfasis en el manejo de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas.
- PETTIAGIANI *et al.* (2012), realizaron su estudio utilizando metodología descrita en la Norma IRAM 29.253; 2003, realizando estudios de caracterización de RSU, a su vez determinando la densidad de cada fracción de residuos. Los residuos obtenidos muestran que en Unquillo, el 24% de los residuos son reciclables fácilmente comercializables, principalmente elulósicos y metálicos, el 50% de residuos orgánicos son potencialmente aprovechables y solo el 24% de los residuos al momento tendría destino de disposición final en el relleno sanitario.
- TORRES (2008), encuentra que el estudio de factibilidad para el manejo de residuos sólidos en la URP es una alternativa técnica y económica que ayudo a mejorar el manejo de los residuos sólidos en la Universidad así como también promovió la participación activa de la comunidad universitaria (docentes, alumnos y administrativos), además de acuerdo al análisis que realizó para aprovechar los residuos sólidos en capacidad de comercializar y reutilizar, la técnica de minimización de residuos sólidos idónea es la segregación en la fuente.
- SANCHEZ (2007), realizó su investigación para presentar un plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos en una zona semi-rural del estado de Hidalgo, dentro de las actividades que realizó, conformó un punto de partida básicamente en la identificación de la condición actual de manejo de residuos sólidos. También determinó la composición de los residuos sólidos urbanos de la zona de estudio dando como materiales más representativos de

los RSU de la zona de estudio, residuos de fermentación rápido con 24,4%, residuo fino con 14,6%, pañal desechable con 12.0%, plásticos con 11,5%, papel y cartón con 11,4%, otros con 9,8%, metales con 4,6% y triviales con 11,7%.

- CASTRILLÒN *et al.* (2004), Implementaron un programa denominado MIRS (manejo integral de residuos sólidos) y posteriormente evaluaron las experiencias educativas y ciertos beneficios económicos como el ahorro en la tasa de aseo, la producción de abono y venta de material reciclable, obteniendo como resultados durante los cinco semestres en que se desarrolló el programa se lograron ahorrar \$ 18`114.772 pesos en tasa de aseo, disminuyendo el volumen de residuos para su disposición final. Otros beneficios incluyeron la producción de abono y venta de material reciclable, concluyendo así, que la implementación del MIRS ha sido una excelente experiencia debido a la campaña de educación ambiental en que se ha participado toda la comunidad académica de la Universidad Lasallista.
- BUENROSTRO *et al.* (2003), la investigación realizada tuvo como objeto el análisis de los residuos sólidos en ocho municipios rurales ubicados en los márgenes del lago Cuitzeo en México, realizaron muestreos en generadores residenciales y no residenciales y aplicaron una encuesta para conocer las características socioeconómicas de los habitantes del área, también ubicaron y midieron las superficies de los tiraderos de la zona y se tomaron muestras de residuos de estos sitios para determinar el peso volumétrico y cuantificarla cantidad de residuos acumulados, los resultados que obtuvieron mostraron tasas de generación estadísticamente diferentes entre cada uno de los municipios y menores con respecto a las reportadas con anterioridad para las áreas urbanas, sin embargo los productos encontrados indican patrones de consumo similares a los de áreas urbanas.

III. METODOLOGÍA

3.1. PERIODO DE DURACIÓN

El presente trabajo de investigación tuvo un periodo de duración de un mes, iniciando el 11 de octubre y finalizando el 12 de noviembre.

3.2. PROCEDENCIA DEL MATERIAL

En el presente trabajo de investigación se utilizó como materia prima los residuos sólidos que son generados en el mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca.

3.2.1. MATERIALES Y EQUIPO

- MATERIALES

- Residuos sólidos generados por los comerciantes del MTA.
- Bolsas de polietileno (16 * 19 cm y 0,8 * 1,0 m)
- Mesa de trabajo
- Fichas de encuestas
- Tableros de campo
- Guantes profilácticos, mascarillas y guardapolvo

- EQUIPOS

- Balanza marca TSCALE, máx. 5 Kg, min. 1 g.
- Balanza marca ACU - FWM, máx. 10 Kg, min. 1 g.

- PERSONAL

Para labores en terreno se contó con el apoyo del siguiente personal:

- 02 Encuestadores (universitarios) para aplicar encuestas, durante dos días.
- 02 Ayudantes para labores de jornada durante una semana.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el presente trabajo de investigación, la población está conformada por:

- Residuos sólidos generados por el mercado Túpac Amaru.

Muestra representativa: muestras de residuos sólidos recogidas de los puestos de venta seleccionados.

3.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se efectuaron las encuestas A, B y C a la población del mercado. Es importante señalar que estas encuestas son de manera casi similar, y ayudaron a obtener resultados óptimos, así tenemos los siguientes resultados:

A. ENCUESTA REALIZADA A LOS COMERCIANTES DEL MTA

Con la finalidad de determinar el grado de conocimiento de los comerciantes del mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca sobre los residuos sólidos y su manejo adecuado.

1) Datos generales

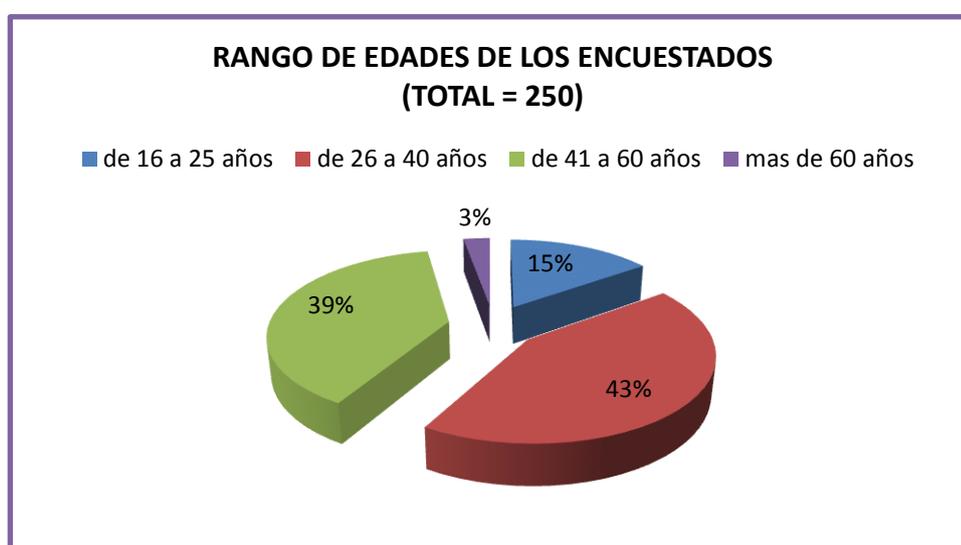


Figura 7. Rango de edades de los encuestados (comerciantes)

La figura 7 describe el rango de edades de los comerciantes encuestados en el MTA. El 43% corresponde entre 26 a 40 años, seguido de un 39% entre 41 a 60 años.

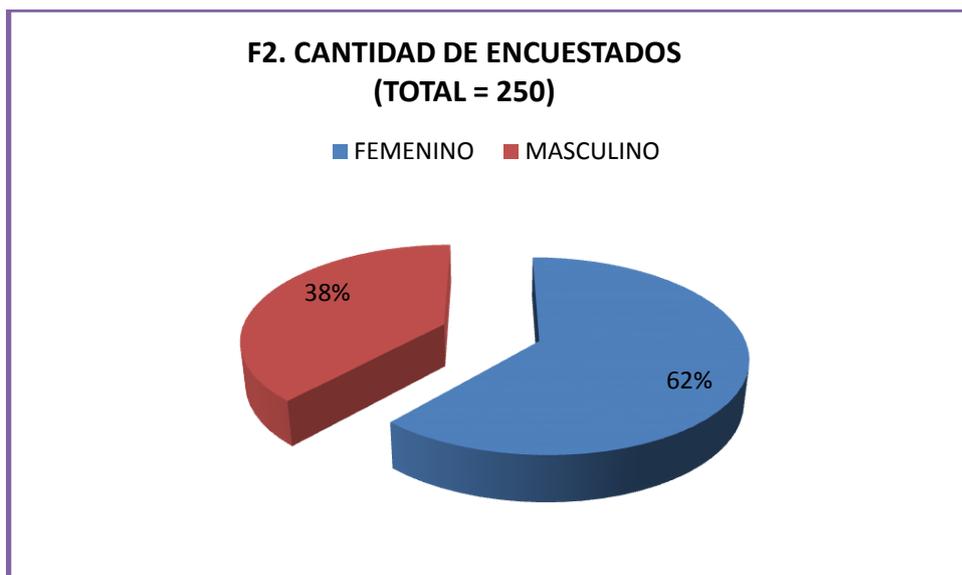


Figura 8. Cantidad de encuestados (comerciantes)

La figura 8 indica la cantidad de comerciantes encuestados según género, siendo el 62% perteneciente al género femenino, esto debido a que en el MTA existe mayor cantidad de mujeres atendiendo los puestos de venta, en comparación al género masculino.

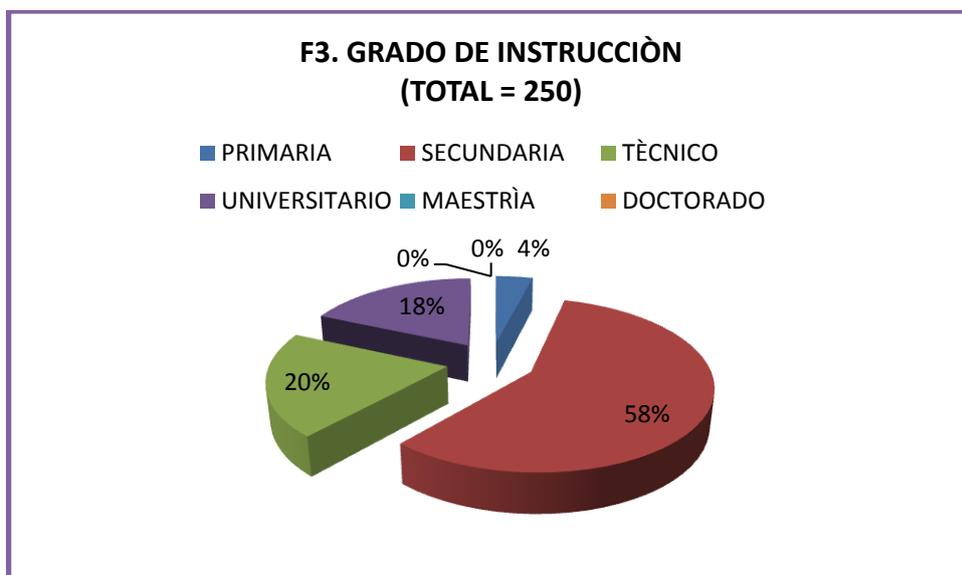


Figura 9. Grado de instrucción de los comerciantes del MTA

La figura 9 describe el grado de instrucción que poseen los comerciantes del MTA, siendo el 58% de grado de instrucción de nivel secundario, el 20% de nivel técnico y el 18% de grado universitario.

2) Pruebas de conocimiento

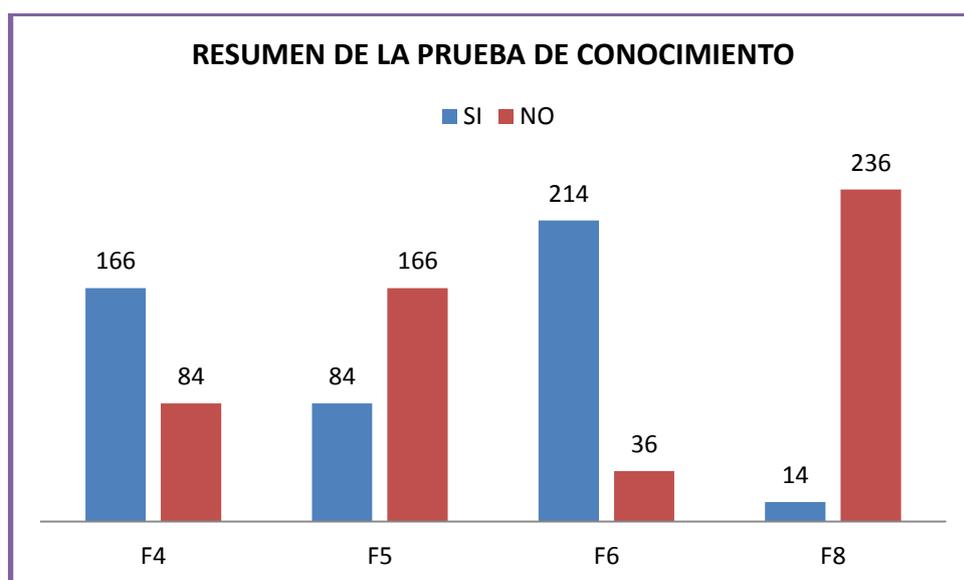


Figura 10. Resumen de prueba de conocimiento (comerciantes)

INTERROGANTES DEL GRÁFICO

F4: ¿Sabe Ud. que son los residuos sólidos?

F5: ¿Sabe Ud. que es el efecto invernadero y el calentamiento global?

F6: ¿Sabe Ud. que es el reciclaje de desechos?

F8: ¿Sabe Ud. que es la gestión ambiental?

La figura 10 muestra los resultados según la prueba de conocimiento realizado, el 66% muestra que si saben o tienen alguna idea sobre el concepto de residuos sólidos, el 34% conoce un concepto del efecto invernadero y calentamiento global, el 86% sabe que son los reciclajes de desechos y el 6% conoce que es la gestión ambiental.

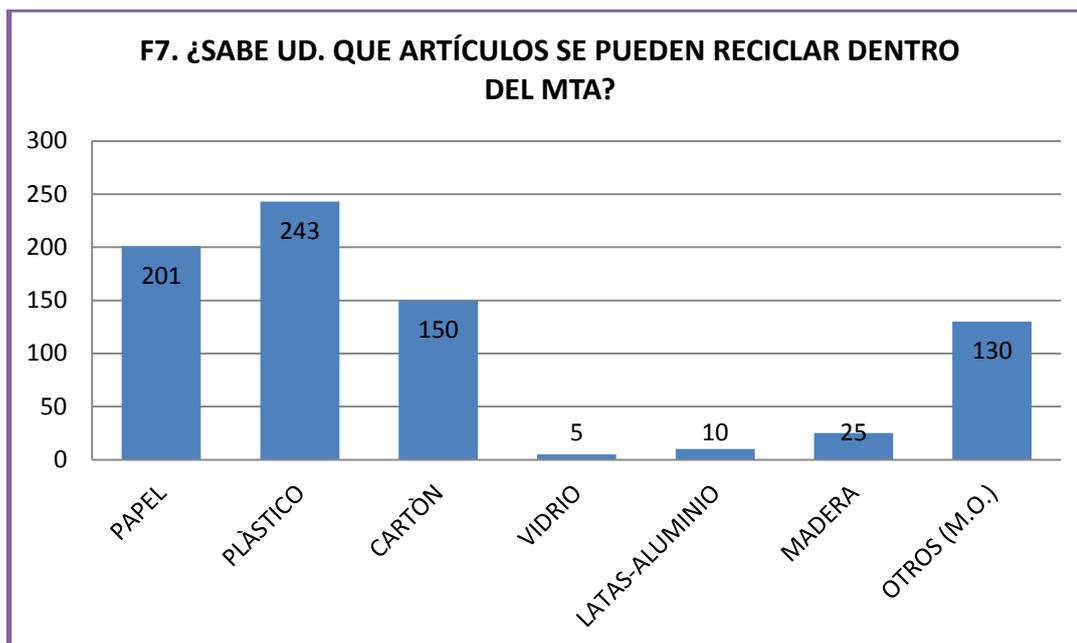


Figura 11. Artículos que se pueden reciclar dentro del MTA, según los comerciantes del mismo

NOTA: Un solo encuestado puede dar más de una opinión.

La figura 11 describe los materiales que se podrían reciclar según los comerciantes del MTA, opinando en su mayoría que el material a reciclar en mayor cantidad es el plástico debido a la gran producción de este como desperdicio por parte del MTA, en un segundo lugar está el papel el cual también se genera en grandes cantidades por parte del mercado, y en un tercer lugar el cartón que también se genera en buenas cantidades.

3) Análisis de percepción

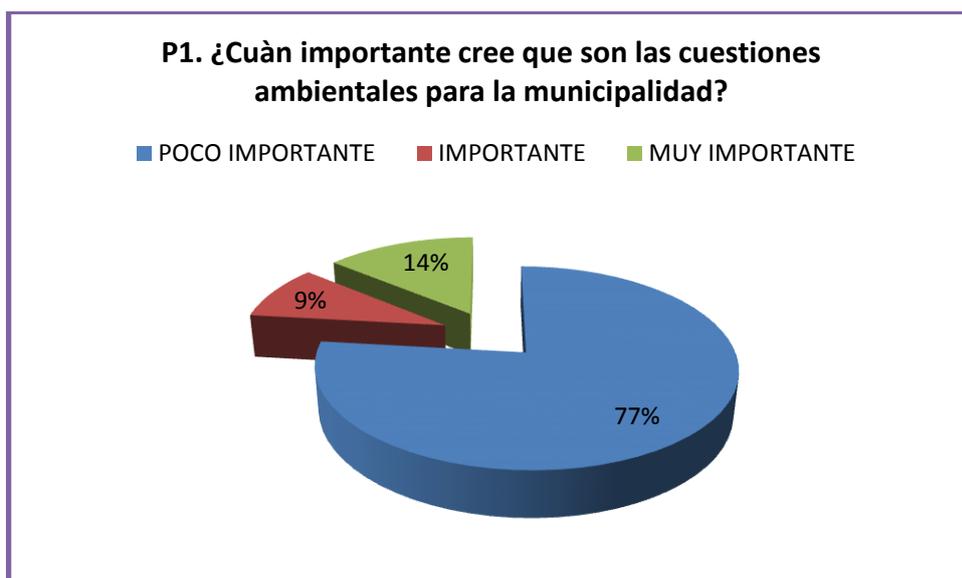


Figura 12. Importancia de las cuestiones ambientales para la municipalidad, según los comerciantes del MTA

La figura 12 muestra la importancia de las cuestiones ambientales para la municipalidad, estando el 77% de acuerdo en que la municipalidad no tiene el interés o tiene poco interés sobre estas cuestiones, y el 14% opina que si le interesa la parte medio ambiental.



Figura 13. Opinión de los comerciantes del MTA, respecto a la actitud del municipio frente al cuidado del medio ambiente

La figura 13 muestra la actitud que tiene la municipalidad frente a la concientización y el cuidado del medio ambiente, opinando el 72% que nunca ha recibido algún panfleto y/o tríptico en la que se dé a conocer el cuidado sobre el medio ambiente o algún tema similar que ayude con la disminución de la basura en las calles.



Figura 14. Importancia de realizar un proyecto de reciclaje dentro del MTA

La figura 14 muestra la importancia que tendría el realizar un proyecto de reciclaje dentro del MTA, estando el 93% de acuerdo con la implementación del proyecto, además del apoyo que brindarían para que el proyecto se realice de manera eficaz y positiva.



Figura 15. Cantidad de comerciantes que asistieron alguna vez a un curso de educación ambiental

La figura 15 muestra el porcentaje de comerciantes del MTA que alguna vez asistieron a algún curso o capacitación sobre temas ambientales, el 92% nunca asistieron a este tipo de eventos debido a la falta de conocimiento de los mismos, y a la poca difusión publicitaria que tienen estos tipos de eventos.

4) Actitud hacia la gestión ambiental



Figura 16. Opinión de los comerciantes con respecto a los profesionales

La figura 16 muestra el punto de vista de los comerciantes del MTA frente a los profesionales y su actitud frente a la preocupación del medio ambiente, el 40% está en desacuerdo con que los profesionales tengan alguna conciencia y preocupación por el medio ambiente.

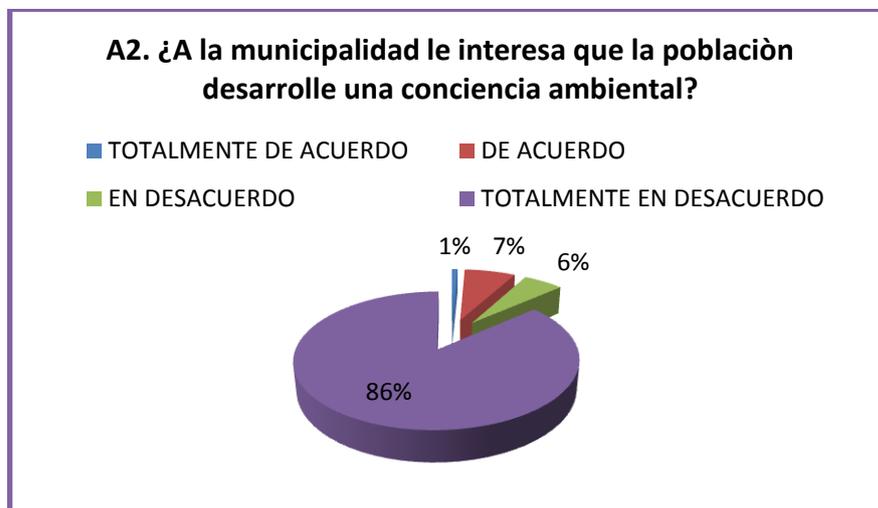


Figura 17. Opinión de los comerciantes respecto a la municipalidad

La figura 17 muestra el interés que tiene la municipalidad sobre el desarrollo de una conciencia ambiental, el 86% está en total desacuerdo respecto a que la municipalidad muestra algún tipo de interés al respecto del tema, debido a que ésta ha dejado de lado las cuestiones ambientales y las efectos graves que estos ocasionan si no se desarrollan de manera correcta.

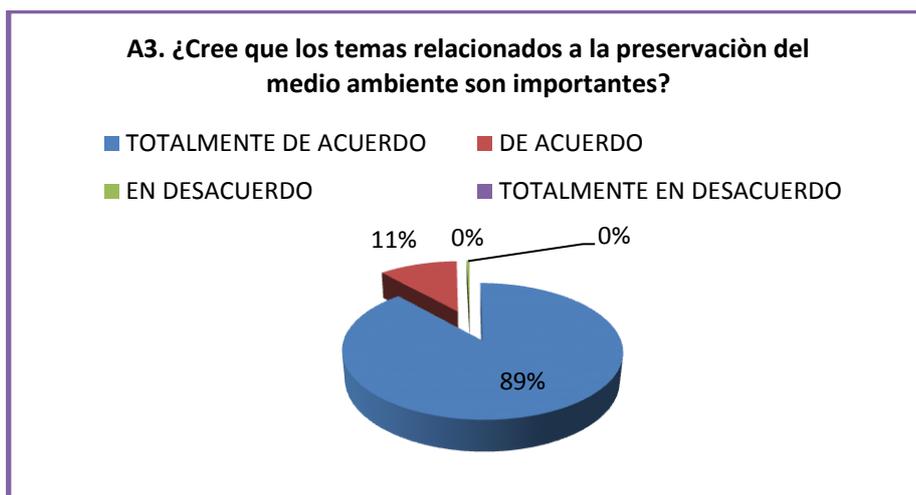


Figura 18. Importancia de la preservación del medio ambiente según los comerciantes

La figura 18 muestra la opinión de los comerciantes sobre la importancia de la preservación del medio ambiente, el 89% está totalmente de acuerdo sobre lo importante que es preservar el medio ambiente.

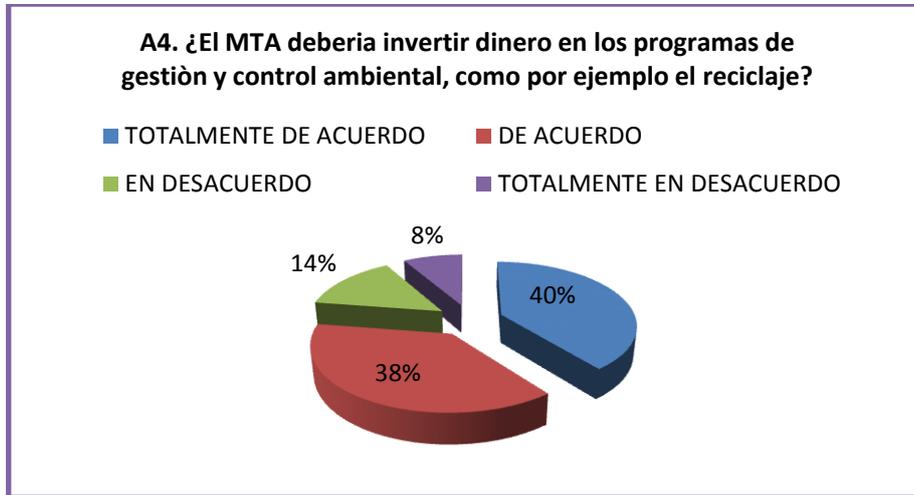


Figura 19. Opinión de los comerciantes respecto a invertir dinero en programas ambientales

La figura 19 muestra la disposición que tienen los comerciantes del MTA en invertir dinero para la implementación de algún programa de gestión o control ambiental, estando el 40% totalmente de acuerdo con la inversión de algún dinero, y el 38% solo de acuerdo, siempre en cuando haya un acuerdo entre la municipalidad y las autoridades del MTA.

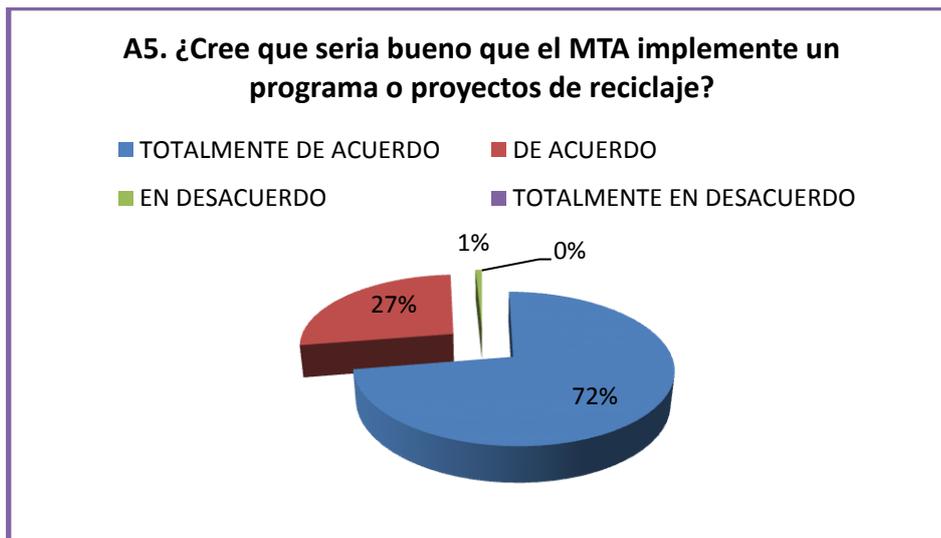


Figura 20. Opinión de los comerciantes respecto a implementar un programa de reciclaje

La figura 20 muestra la opinión de los comerciantes del MTA frente a la posibilidad de implementar un programa o proyecto de reciclaje, el 72% está totalmente de acuerdo con este planteamiento, estando dispuestos en la colaboración y ejecución de estos programas, así también el 27% está solamente de acuerdo con esta propuesta, debido a que no conocen mucho del tema y tienen dudas sobre lo que son estos programas.

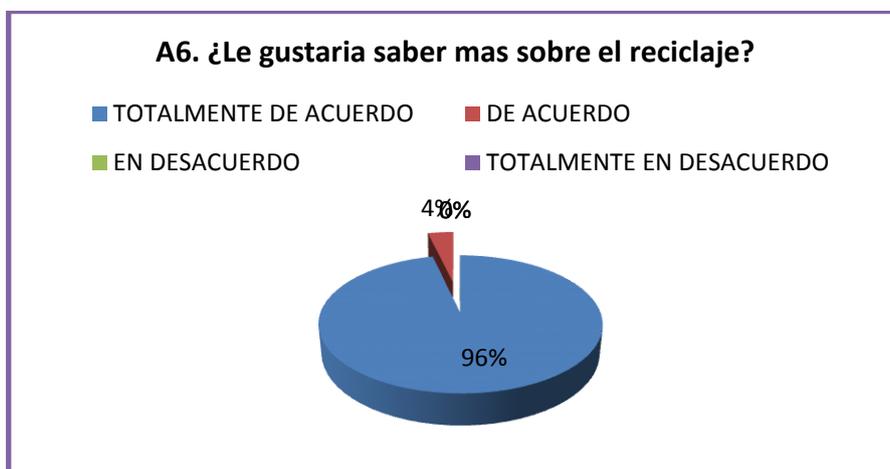


Figura 21. Cantidad de comerciantes que desean saber más sobre reciclaje

La figura 21 muestra las cantidades de comerciantes que desean saber sobre el reciclaje, estando el 96% totalmente de acuerdo sobre conocer más sobre este tema.

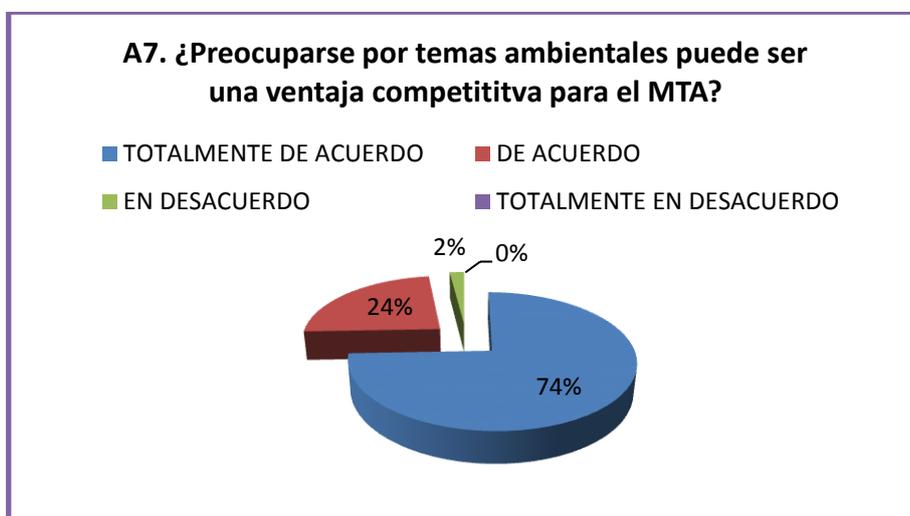


Figura 22. Opinión de los comerciantes respecto a temas ambientales como una ventaja para el MTA

La figura 22 muestra la opinión de los comerciantes del MTA respecto a la preocupación sobre temas ambientales como algún tipo de ventaja competitiva frente a

otros mercados, estando el 74% totalmente de acuerdo en este aspecto, viendo de manera positiva el preocuparse de los temas ambientales, el cual se verá reflejado como una ventaja frente a los otros mercados existentes en la ciudad.

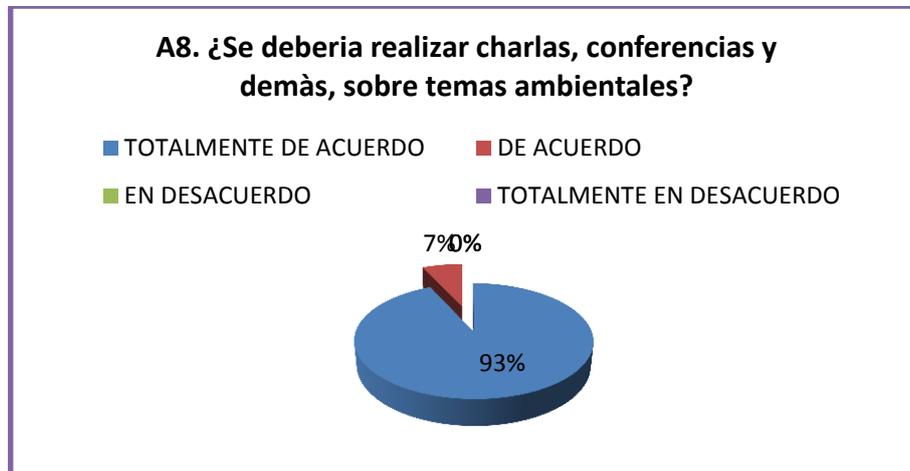


Figura 23. Cantidad de comerciantes que desean recibir charlas sobre temas ambientales

La figura 23 muestra la cantidad de comerciantes que opinan sobre la realización de charlas, conferencias y demás sobre temas ambientales para la capacitación de los comerciantes del MTA, estando el 93% totalmente de acuerdo en la realización de estos con la finalidad de que puedan conocer más sobre los temas en cuestión.

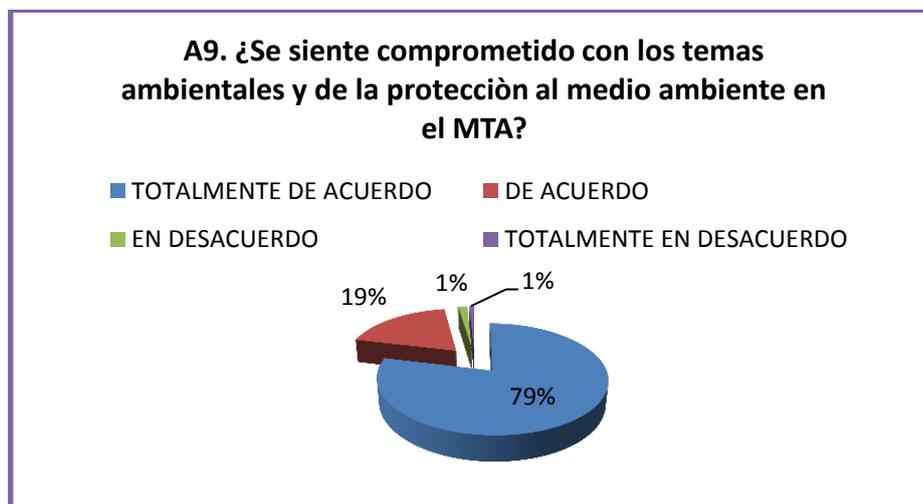


Figura 24. Cantidad de comerciantes que están comprometidos con el medio ambiente

La figura 24 muestra la cantidad de comerciantes que están comprometidos con temas ambientales y protección del medio ambiente en el MTA, se obtuvo que el 79% está

totalmente de acuerdo, esto quiere decir que se sienten comprometidos con estos temas, debido a que desean dejar un medio ambiente adecuado para las futuras generaciones.

B. ENCUESTA REALIZADA A LA COMUNIDAD ACADÉMICA (PROFESORES, ESTUDIANTES, ADMINISTRATIVOS Y OTROS) ALEDAÑA AL MTA

Para la determinación del grado de conocimiento de la comunidad académica (estudiantes de colegio, docentes, universitarios, entre otros) colindante al MTA.

1. Datos generales

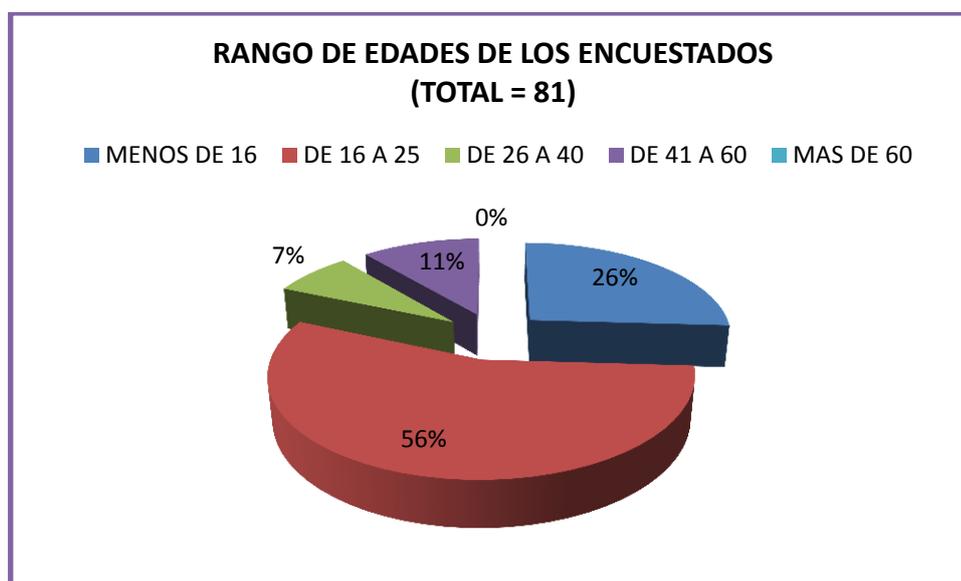


Figura 25. Rango de edades (estudiantes, docentes y otros)

La figura 25 muestra el rango de edades de los encuestados, siendo el 56% pertenecientes entre los 16 a 25 años, el 26% pertenecientes a más de 60 años y el 11% están entre los 41 a 60 años.

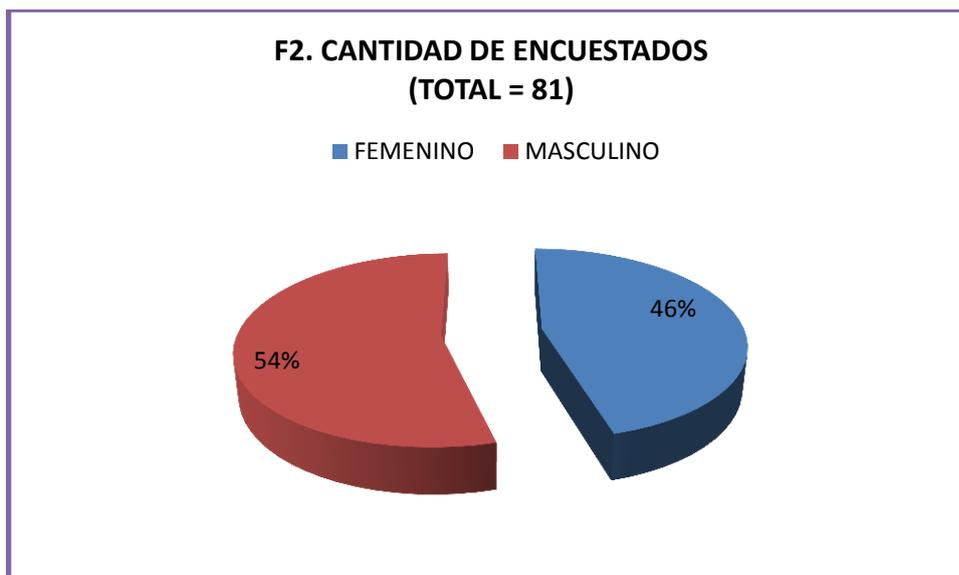


Figura 26. Cantidad de encuestados (estudiantes, docentes y otros)

La figura 26 muestra el género de los encuestados, siendo el 54% perteneciente al género masculino y el 46% al género femenino.

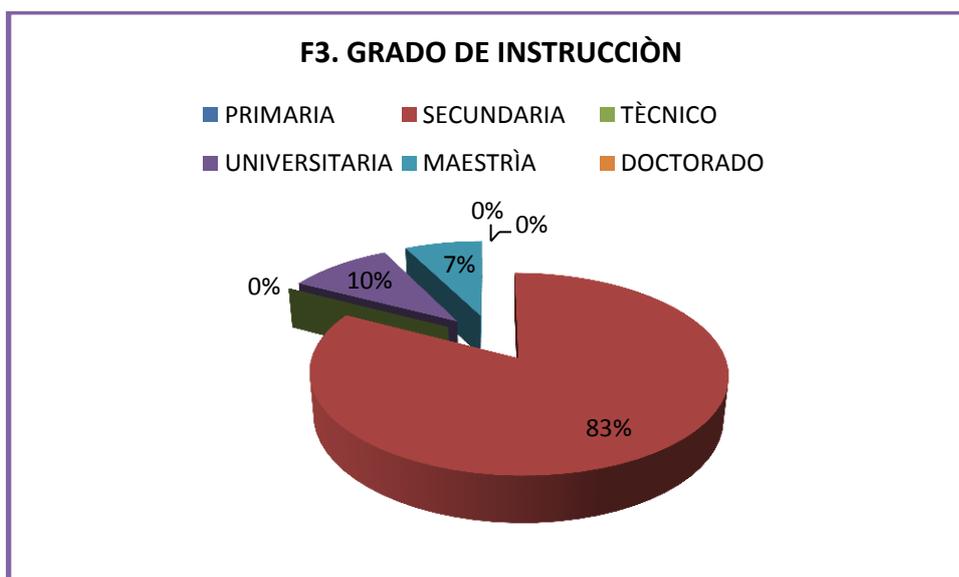


Figura 27. Grado de instrucción de estudiantes, docentes y otros

La figura 27 muestra el grado de instrucción de los encuestados (estudiantes, docentes y otros) pertenecientes a la población académica del contorno del MTA, siendo el 83% perteneciente al nivel secundario, el 10% posee grado de instrucción universitario y el 7% con grado de maestría.

2. Pruebas de conocimiento

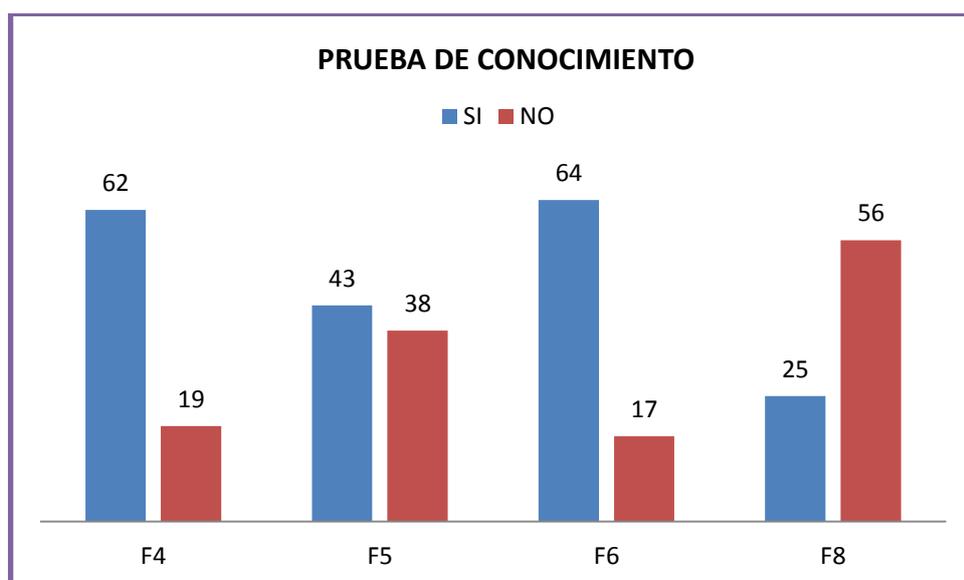


Figura 28. Prueba de conocimiento de estudiantes, docentes y otros.

Dónde: F4, F5, F6 y F8, son las siguientes interrogantes:

F4: ¿Sabe Ud. que son los residuos sólidos?

F5: ¿Sabe Ud. que es el efecto invernadero y el calentamiento global?

F6: ¿Sabe Ud. que es el reciclaje de desechos?

F8: ¿Sabe Ud. que es la gestión ambiental?

La figura 28 muestra los resultados de la prueba de conocimientos, siendo el 76% conocedores de lo que son los residuos sólidos, el 52% poseen conocimiento sobre que es el efecto invernadero y el calentamiento global, así también el 78% conocen sobre el reciclaje de desechos, y el 30% conocen que es la gestión ambiental.

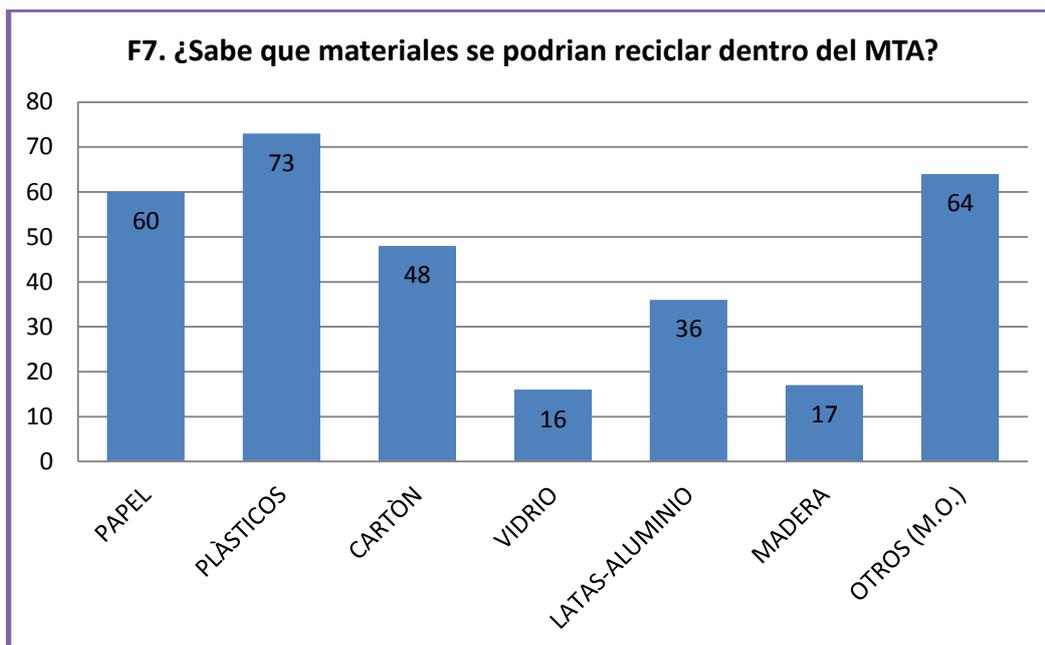


Figura 29. Materiales que se podría reciclar dentro del MTA, según la población académica

La figura 29 muestra los materiales que se podrían reciclar según la población académica aledaña al MTA, dando como respuesta sobre el material que se produce en mayor cantidad y que se podría reciclar es el plástico, en segundo lugar dan a conocer que se podría reciclar la materia orgánica (M.O.), y en tercer lugar está el papel, que también se produce en grandes cantidades.

3. Análisis de percepción

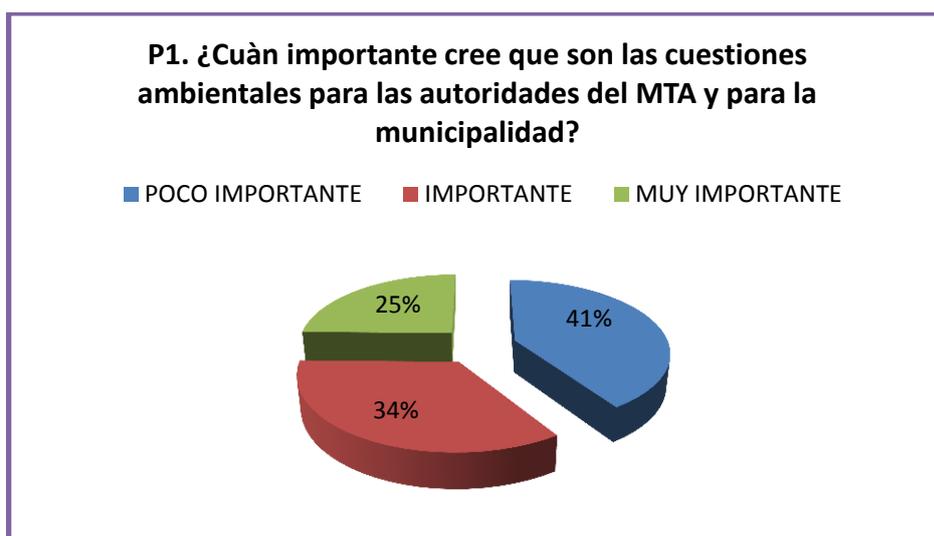


Figura 30. Opinión de la población académica respecto a las autoridades frente a las cuestiones ambientales

La figura 30 muestra la importancia que tienen las cuestiones ambientales para la municipalidad, el 41% piensa que para la municipalidad las cuestiones ambientales tienen poca importancia, debido a los problemas presentados durante los últimos años, y el 34% piensa que son importantes, solamente que existe un mal manejo por parte de las autoridades.



Figura 31. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto a la actitud del municipio frente al cuidado del medio ambiente

La figura 31 muestra el resultado de la pregunta: ¿Alguna vez ha llegado a sus manos un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido elaborado por la municipalidad?, el 69% nunca ha recibido alguna información al respecto, evidenciando el total abandono que tienen los aspectos ambientales por parte de la municipalidad, y el 31% de alguna manera recibo alguna vez un volante sobre los temas en cuestión.



Figura 32. Importancia que tendría realizar un proyecto de reciclaje, según los estudiantes, docentes y demás

La figura 32 muestra la importancia que tendría el realizar un proyecto de reciclaje en el MTA que comprometa a los comerciantes y la población del contorno de este, el 64% opina que es muy importante la realización de un proyecto de reciclaje, además de que serviría como una fuente de ingresos para los comerciantes, el 32% opina que es importante, pero creen que no se podría llevar a cabo satisfactoriamente debido a la actitud que muestran algunas personas.

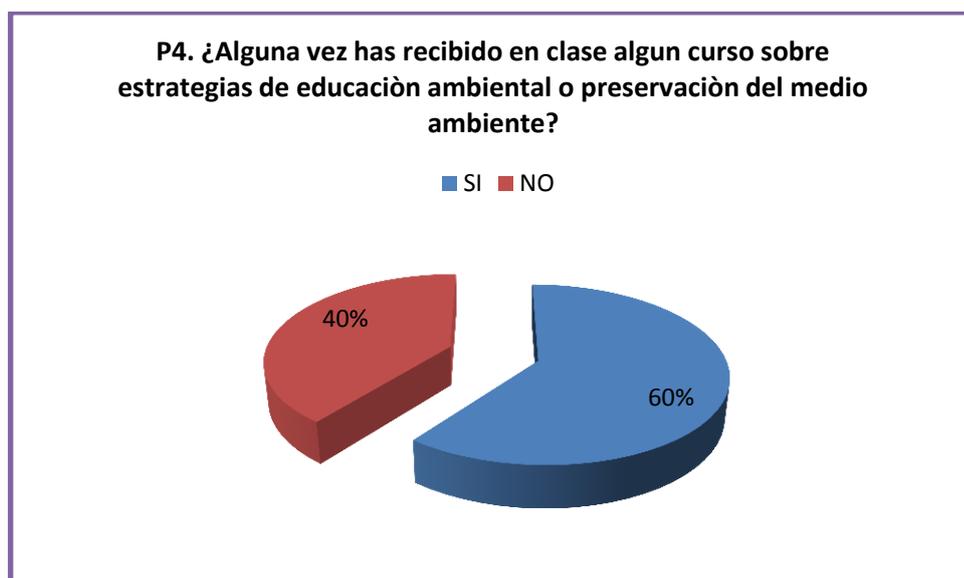


Figura 33. Cantidad de población académica que ha asistido a algún curso de educación ambiental

La figura 33 muestra los porcentajes de encuestados que alguna vez recibieron algún tipo de capacitación o curso sobre educación ambiental o de preservación del medio ambiente, siendo el 60% participes de este tipo de eventos, ya sea en el colegio o en algún otro lugar, y el 40% nunca asistieron a alguna capacitación o curso, debido a la falta de difusión de este tipo de eventos.

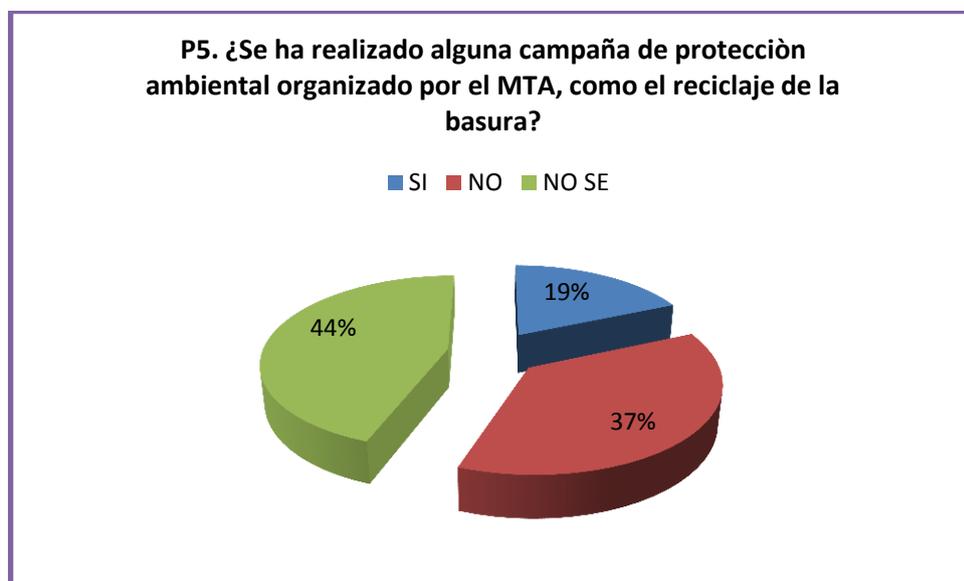


Figura 34. Cantidad de población académica que sabe de alguna campaña de protección ambiental organizado por el MTA

La figura 34 muestra el porcentaje de la población académica aledaña al MTA, que posee conocimiento sobre la existencia de un tipo de campaña de protección ambiental que haya sido organizado por el MTA, dando como resultados que el 44% no sabe sobre este tema, debido a la falta de información, el 37% opina que no existe ningún tipo de campaña para la protección ambiental y el 19% opina que si existe un indicio de querer iniciar con una campaña de reciclaje.



Figura 35. Opinión de estudiantes, docentes y demás, respecto al funcionamiento del programa de reciclaje

La figura 35 muestra los resultados con respecto a la figura 34, si el proyecto o programa que esté instalado está funcionando o no, para la cual se obtuvo respuestas solamente de aquellas que respondieron de manera positiva en la figura 35, dando a conocer que el 47% no sabe si este proyecto o programa está funcionando debido a la falta de información del mismo, el 41% opina que el programa no está funcionando como debería, y el 7% opina que si está funcionando.

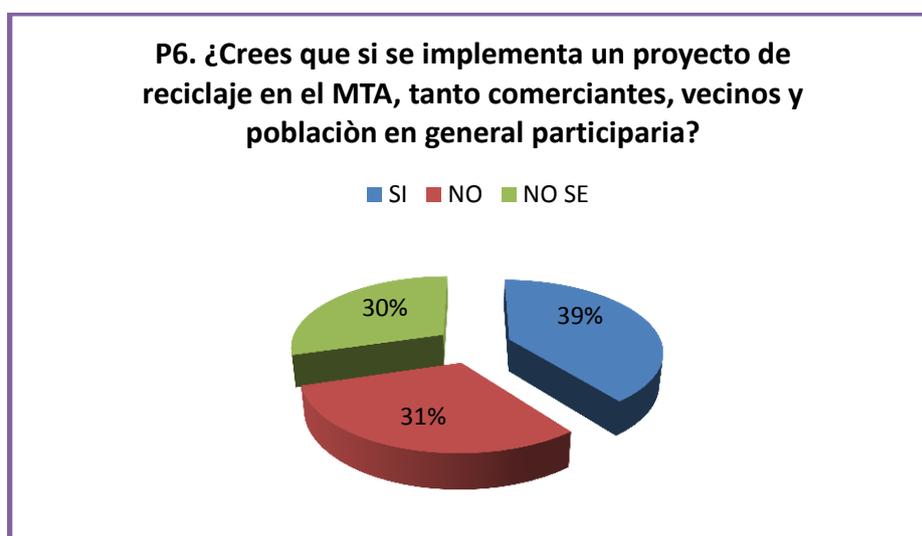


Figura 36. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto a una implementación de un proyecto de reciclaje en el MTA

La figura 36 muestra la opinión que tiene la población académica aledaña sobre una posible implementación de un proyecto de reciclaje, y la participación de toda la población para que éste funcione, dando como resultados que el 39% opina que si existiría una participación de la población, pero antes de dar inicio a éste proyecto se realice capacitaciones, charlas y sobre todo concientización, el 31% opina que no habría la participación por parte de la población debido a que ya están malacostumbrados y no poseen educación ambiental, y el 30% no saben si pueda realizarse con los resultados deseados.

4. Actitud hacia la gestión ambiental



Figura 37. Opinión de estudiantes, docentes y demás, respecto a los profesionales

La figura 37 muestra la opinión que tiene la población académica frente a si los profesionales tienen algún tipo de conciencia o preocupación por el medio ambiente, de los cuales el 53% está de acuerdo con esta cuestión, el 36% está en desacuerdo debido a que no se refleja algún cambio en la actualidad.

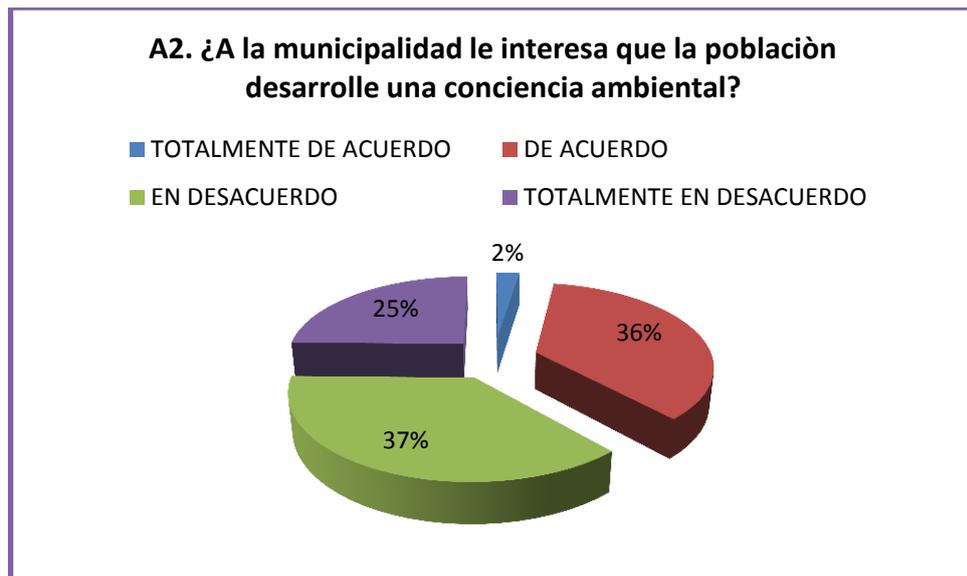


Figura 38. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto al interés de la municipalidad sobre el medio ambiente

La figura 38 muestra el interés que tiene la municipalidad para desarrollar conciencia en la población, el 37% está en desacuerdo debido a los resultados actuales que se reflejan en la ciudad de Juliaca, el 36% está de acuerdo opinando que si conocen sobre algunos programas implementados y el 25% está totalmente en desacuerdo debido a los problemas que se tuvieron durante los últimos años con respecto a la disposición de la basura.

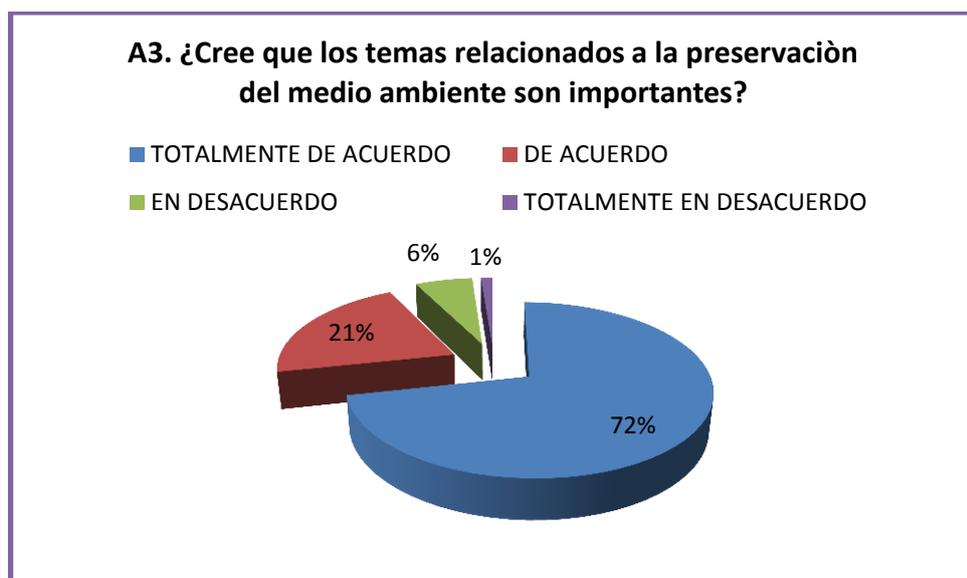


Figura 39. Importancia de los temas de preservación del medio ambiente, según la población académica del contorno del MTA

La figura 39 muestra la opinión sobre la importancia de los temas relacionados a la preservación del medio ambiente, el 72% está totalmente de acuerdo en que es muy importante estos temas en cuestión, el 21% está de acuerdo, pero tienen algunas dudas al respecto.

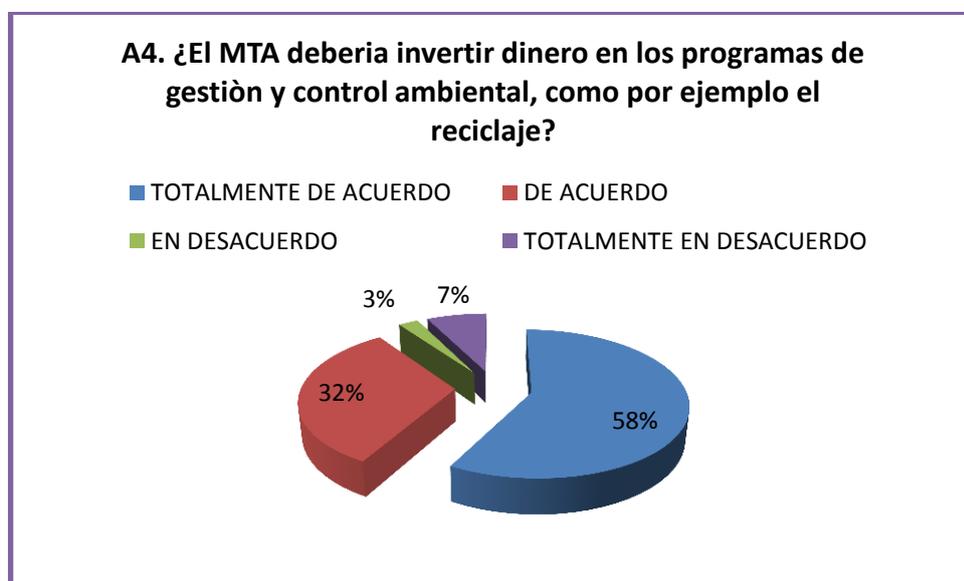


Figura 40. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto a una inversión de dinero por parte del MTA

La figura 40 muestra la opinión de la población académica frente a la inversión de dinero por parte del MTA para programas de reciclaje, el 58% está totalmente de acuerdo dado que el mercado genera grandes ganancias y no contribuye en nada a la población, el 32% está de acuerdo solamente, esto quiere decir que piensan que podrían contribuir con algún porcentaje de dinero, y el otro monto lo debería aportar la municipalidad.

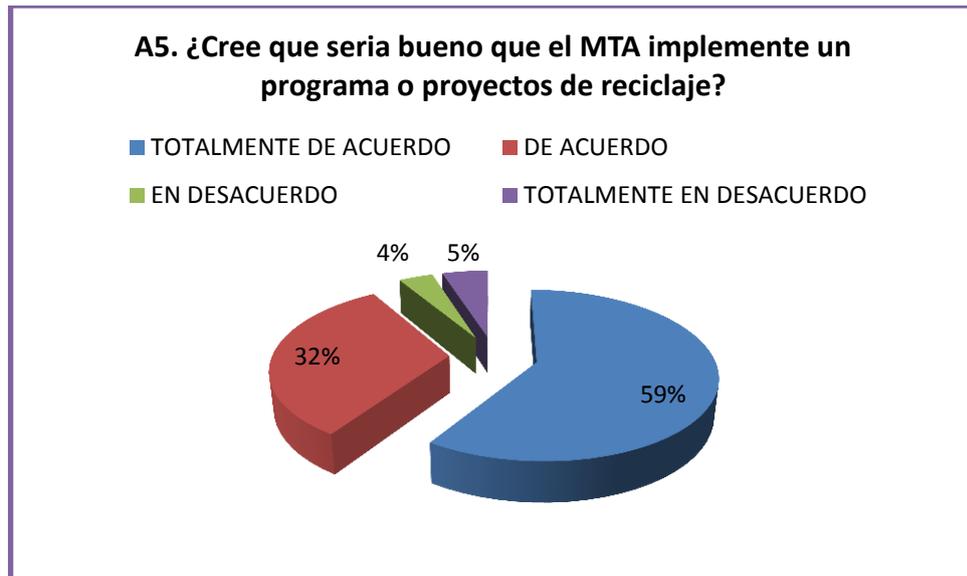


Figura 41. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto a una implementación de un proyecto de reciclaje en el MTA

La figura 41 muestra la opinión frente a la pregunta, ¿sería bueno que el MTA implemente un programa o proyecto de reciclaje?, el 59% está totalmente de acuerdo con esta cuestión debido a que traería muchos beneficios para la población en general, el 32% está de acuerdo con esta implementación pero que antes de realizarse se necesitan constantes capacitaciones a la población.

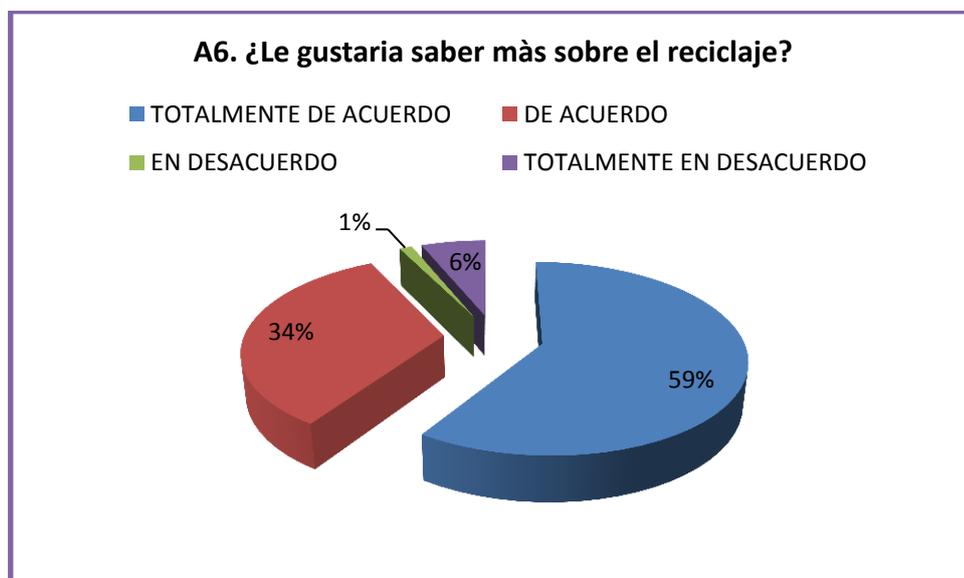


Figura 42. Cantidad de estudiantes, docentes y demás que desean saber sobre reciclaje

La figura 42 muestra los porcentajes de encuestados que desean saber más sobre el tema de reciclaje, estando el 59% totalmente de acuerdo en recibir más conocimientos sobre estos temas que son muy beneficiosos, así también el 34% que está de acuerdo en recibir charlas o capacitaciones de estos temas, pero creen que no se realizará debido a la falta de difusión.

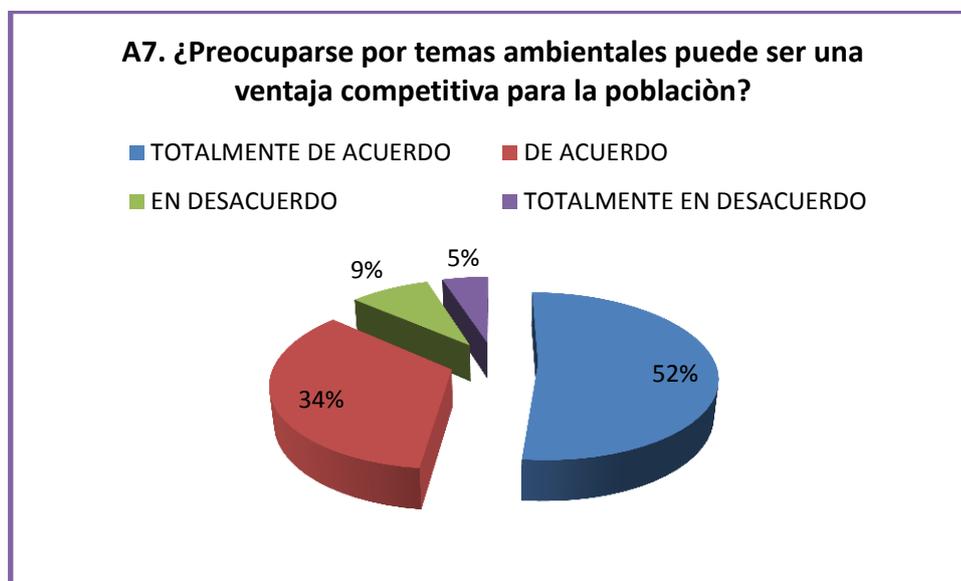


Figura 43. Opinión de los estudiantes, docentes y demás, respecto a temas ambientales como ventaja

La figura 43 muestra la opinión de los encuestados frente a la preocupación de temas ambientales podría ser una ventaja competitiva para la población, el 52% está totalmente de acuerdo viendo los posibles beneficios que esto traería a la población juliaqueña, el 34% está de acuerdo solamente debido a las posibles dificultades que habrían con un porcentaje de la población.

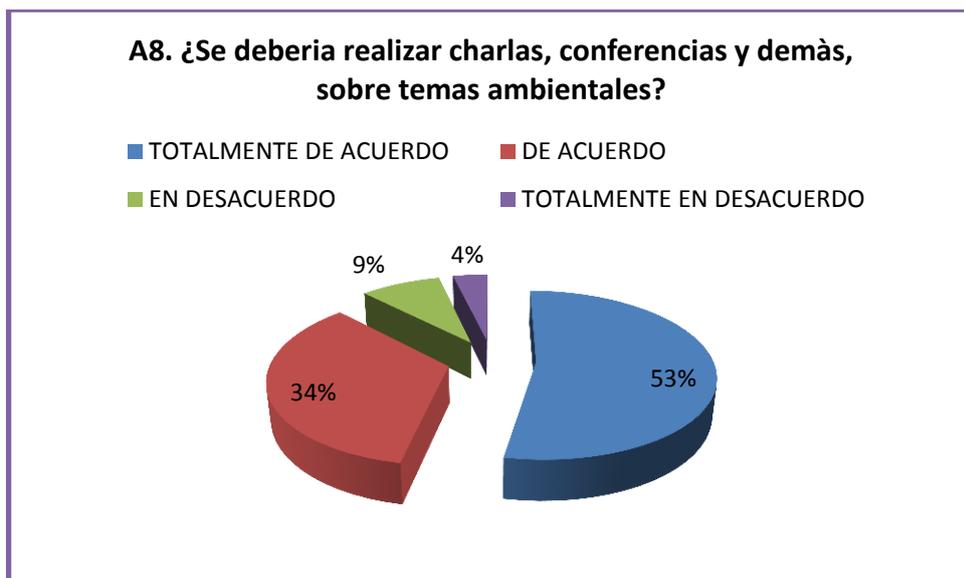


Figura 44. Opinión de estudiantes, docentes y demás, respecto a la realización de charlas y conferencias sobre temas ambientales

La figura 44 muestra si debería realizarse charlas, conferencias y demás sobre temas ambientales, el 53% está totalmente de acuerdo en la realización de estos programas y participaría activamente, el 34% está de acuerdo en llevarse a cabo estas charlas, pero la falta de difusión como hasta ahora lo haría de poco impacto.

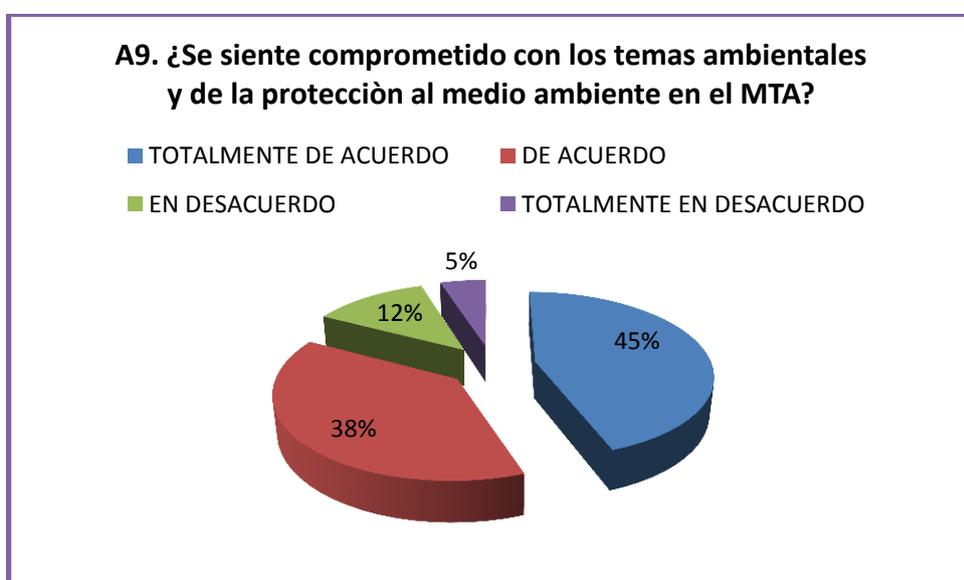


Figura 45. Cantidad de población académica del contorno del MTA comprometida con la protección al medio ambiente

La figura 45 muestra la cantidad de población académica que se siente comprometida con temas ambientales y protección al medio ambiente, se obtuvo que el 45% está

totalmente de acuerdo, esto quiere decir que se siente comprometidos al 100% en los aspectos ambientales, el 38% esta solamente de acuerdo debido a que desconocen los limites cuando se refiere un compromiso con temas ambientales.

C. ENCUESTA REALIZADA A LOS VECINOS DEL MTA

Para la determinación de la incidencia de los desechos producidos, sobre la calidad de vida de los pobladores que habitan en los contornos del MTA.

1. Datos generales

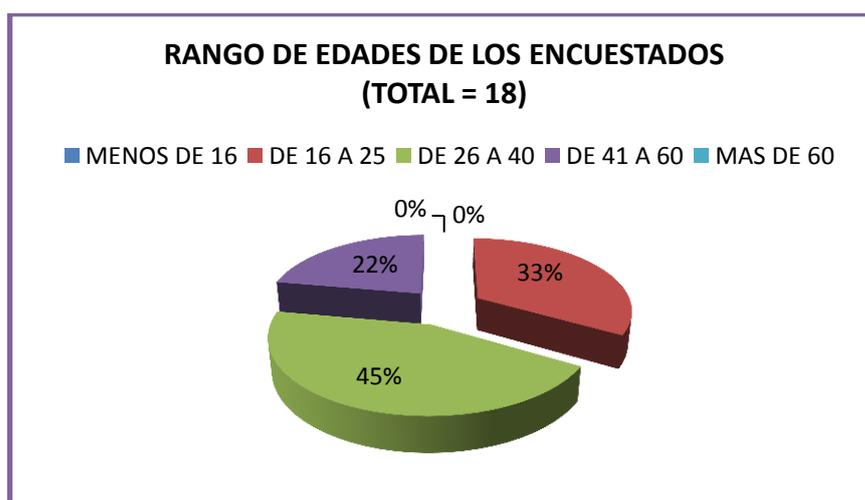


Figura 46. Rango de edades de encuestados (vecinos del contorno del MTA)

La figura 46 muestra el rango de edades de los encuestados, siendo el 45% perteneciente entre 26 a 40 años, el 33% entre los rangos de 16 a 25 y el 22% entre 41 a 60 años.

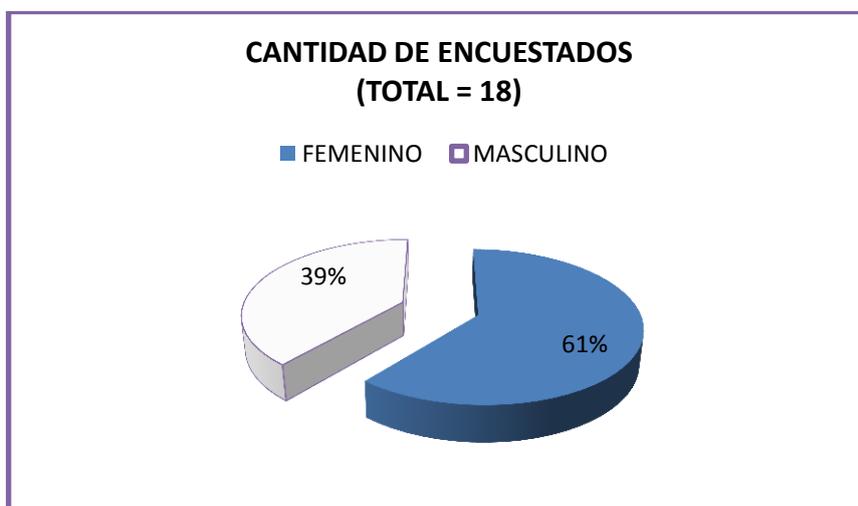


Figura 47. Cantidad de encuestados (vecinos del contorno del MTA)

La figura 47 muestra el total de personas encuestadas, clasificadas por género, siendo el 61% perteneciente al género femenino y el 39% al género masculino.

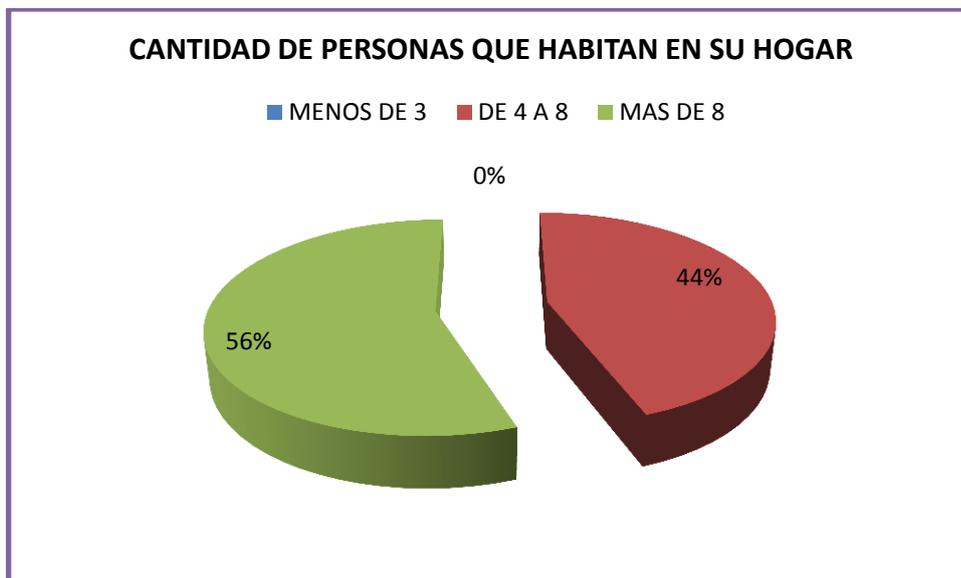


Figura 48. Cantidad de personas que habitan en los hogares de los vecinos del contorno al MTA

La figura 48 muestra la cantidad de habitantes por hogar que existe en los contornos al MTA, el 56% corresponde a familias con más de 8 hab/hogar, el 44% corresponde a un rango de 4 a 8 hab/hogar.

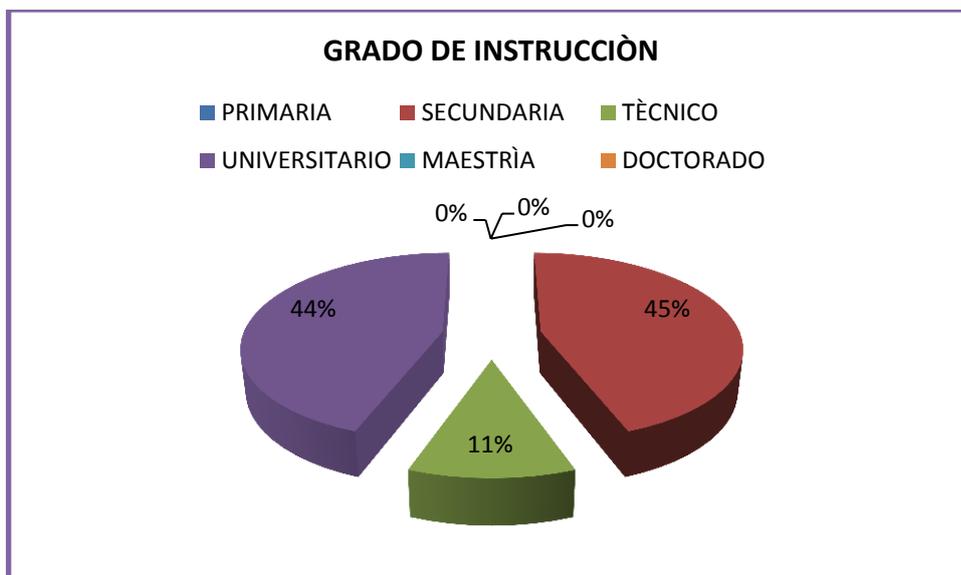


Figura 49. Grado de instrucción de los encuestados (vecinos del contorno del MTA)

La figura 49 muestra el grado de instrucción que poseen los encuestados, el 45% correspondiente al nivel secundario, el 44% corresponde a un grado universitario y el 11% corresponde a un grado de instrucción técnico.

2. Pruebas de conocimiento

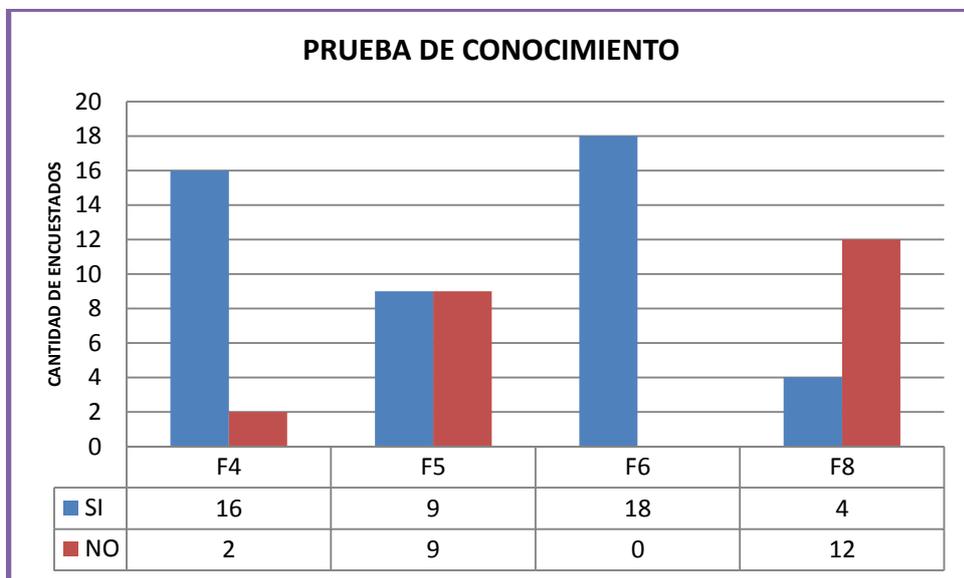


Figura 50. Prueba de conocimiento (vecinos del contorno del MTA)

Las interrogantes F4, F5, F6 y F8 son:

F4: ¿Sabe Ud. que son los residuos sólidos?

F5: ¿Sabe Ud. que es el efecto invernadero y el calentamiento global?

F6: ¿Sabe Ud. que es el reciclaje de desechos?

F8: ¿Sabe Ud. que es la gestión ambiental?

La figura 50 muestra los resultados sobre la prueba de conocimientos, siendo el 89% poseen algún concepto sobre que son los residuos sólidos, el 50% conoce sobre lo que es el efecto invernadero y el calentamiento global, el 100% conoce que es el reciclaje de desechos y el 22% sabe sobre que es gestión ambiental.

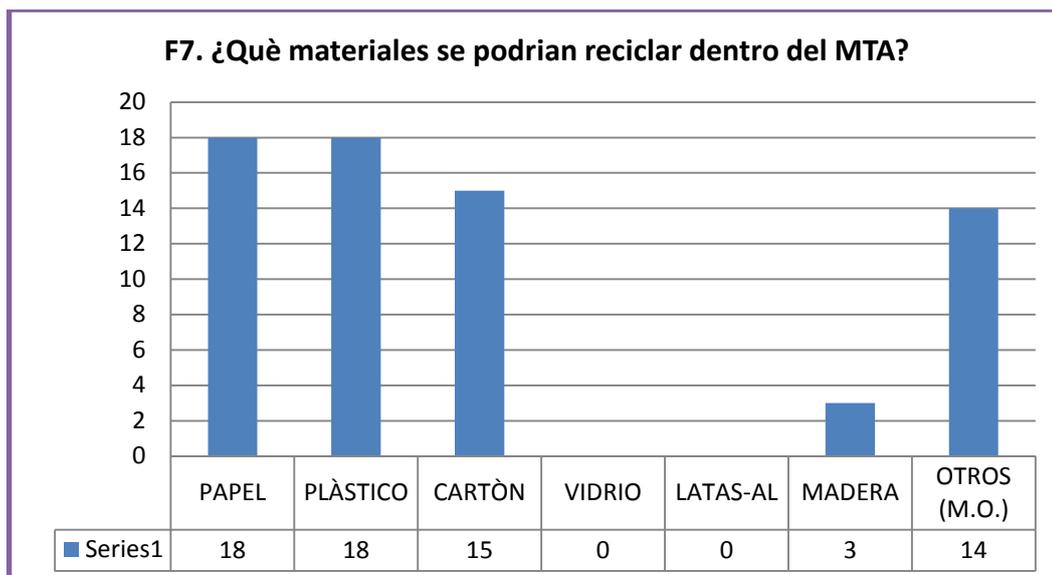


Figura 51. Materiales que se podrían reciclar dentro del MTA, según los vecinos

La figura 51 muestra los materiales que se podrían reciclar según los pobladores que viven en el contorno del MTA, llegándose a concluir que el papel y el plástico son los dos materiales que se podrían reciclar en mayor cantidad, debido a la gran producción por parte del mercado como material de desecho, en segundo lugar podemos mencionar el cartón y las materias orgánicas (desechos de comidas, frutas, etc.), también por su gran producción como desechos por parte del MTA.

3. Análisis de percepción

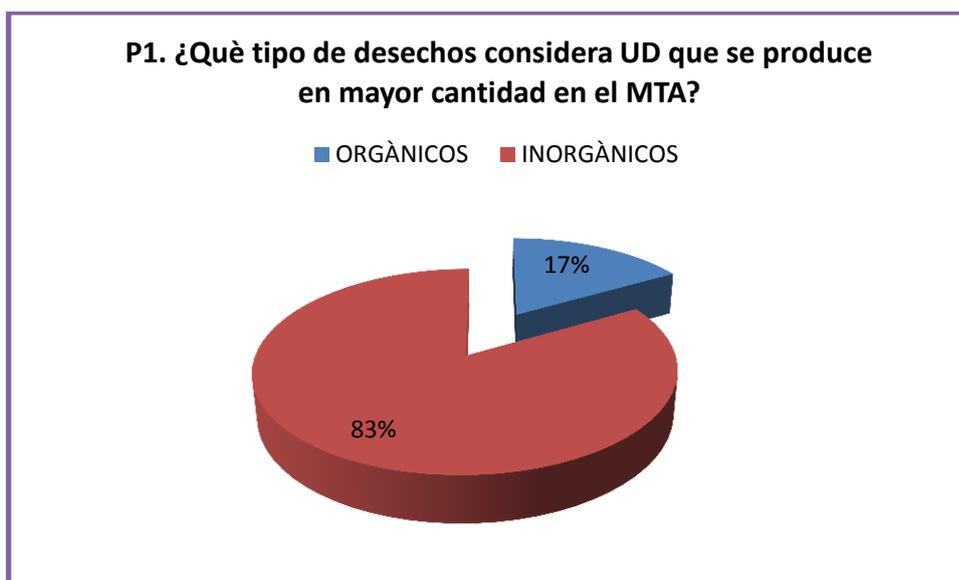


Figura 52. Cantidad de desechos que se generan en el MTA, según los vecinos

La figura 52 indica el tipo de desechos que se producen en el MTA, el 83% corresponde a desechos inorgánicos (plásticos, papel, cartón, etc.) y el 17% que corresponde a residuos orgánicos (desechos de fruta, comida, etc.)



Figura 53. Disposición de la basura de los vecinos del contorno del MTA

La figura 53 determina la disposición final de la basura producida en cada uno de los hogares del contorno del MTA, el 61% afirma que son enviadas al camión recolector, el 39% la desaloja al aire libre.

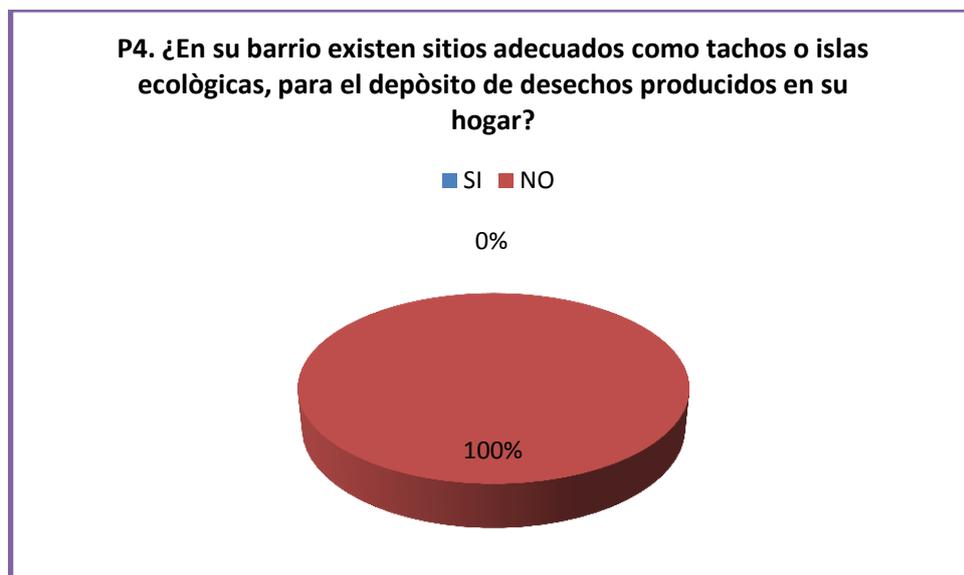


Figura 54. Opinión de los vecinos respecto a la existencia de depósitos en cercanías al MTA

La figura 54 revela que el 100% de la población encuestada indica que en su barrio no existe un sitio adecuado para el depósito de la basura. El no tener sitios adecuados para colocar basura en un barrio ocasiona contaminación visual, un barrio sin servicios básicos se torna inevitable y en este caso la basura esparcida por las calles ocasiona condiciones insalubres.

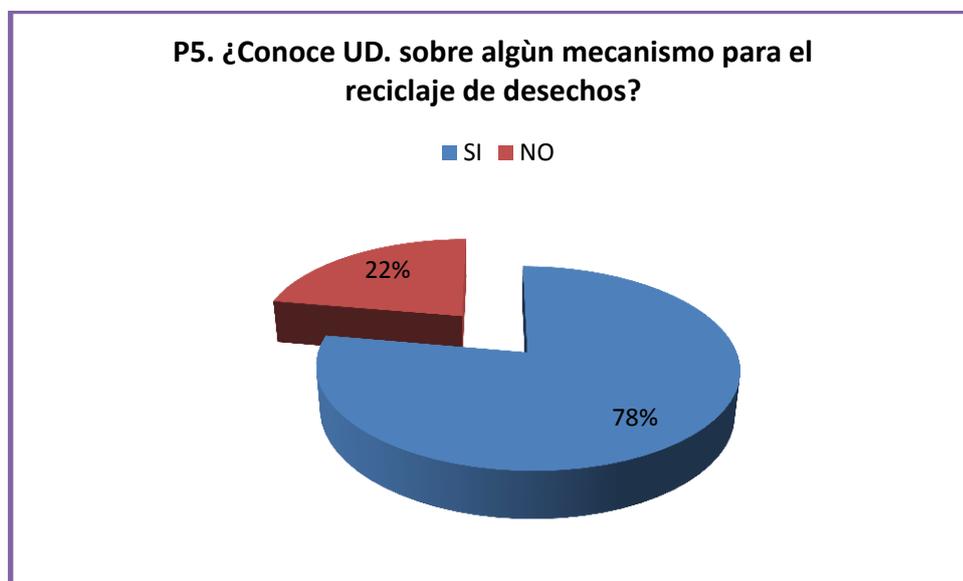


Figura 55. Cantidad de vecinos del contorno del MTA que conocen algún mecanismo de reciclaje

La figura 55 determina que el 78% de la población conoce sobre mecanismos de reciclaje, respuesta positiva ya que una población instruida puede solventar la demanda de desechos producidos en su hogar ayudando a la comunidad a preservar el medio ambiente, el 22% de la población no conoce sobre métodos de reciclaje.

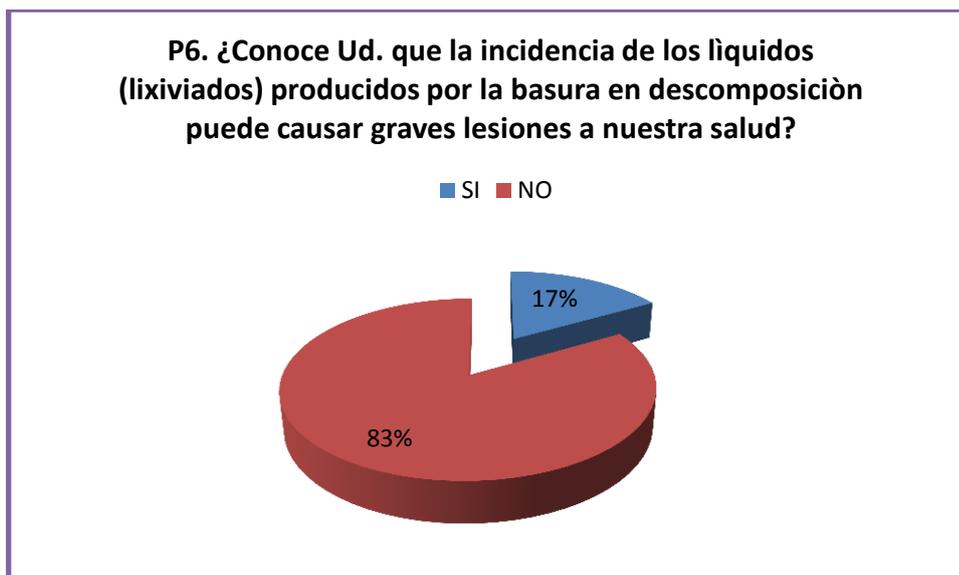


Figura 56. Cantidad de vecinos del contorno del MTA que conocen sobre la incidencia de lixiviados

La figura 56 indica que el 83% de la población aledaña al MTA no conoce sobre las graves lesiones a la salud, que causan el agua contaminada y el ecosistema que los rodea. El 17% si conoce que la basura genera líquidos producto de su descomposición y que estos traen efectos negativos para la calidad de vida de la población.

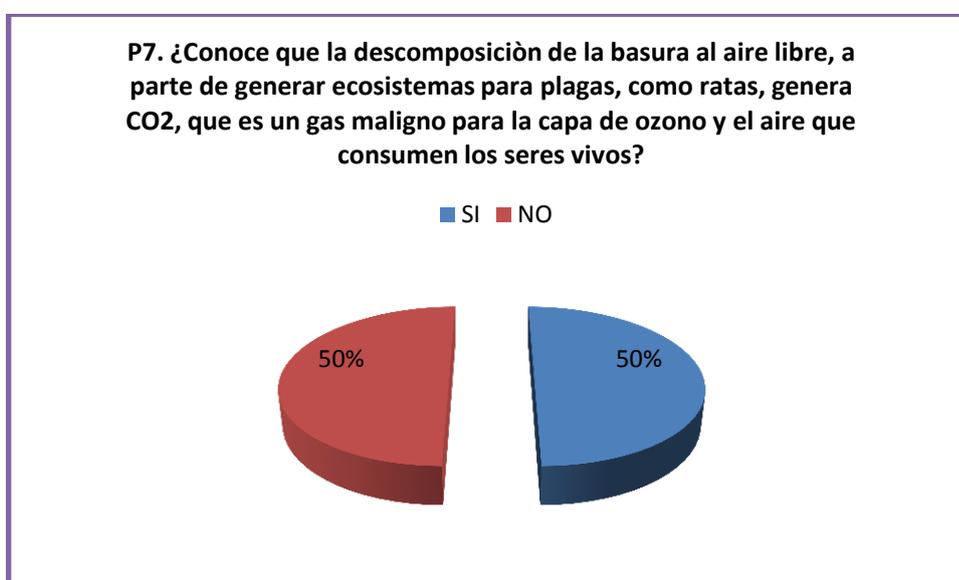


Figura 57. Cantidad de vecinos del contorno del MTA que conoce sobre la generación de CO₂ por la descomposición de la basura

La figura 57 indica que el 50% de la población del contorno al MTA conoce que el CO₂ es un gas nocivo para el medio ambiente debido a que es un agente de alta amenaza para

el calentamiento global, y lo perjudicial que puede ser esto para el medio en donde nos desarrollamos, y el otro 50% desconoce sobre el tema.

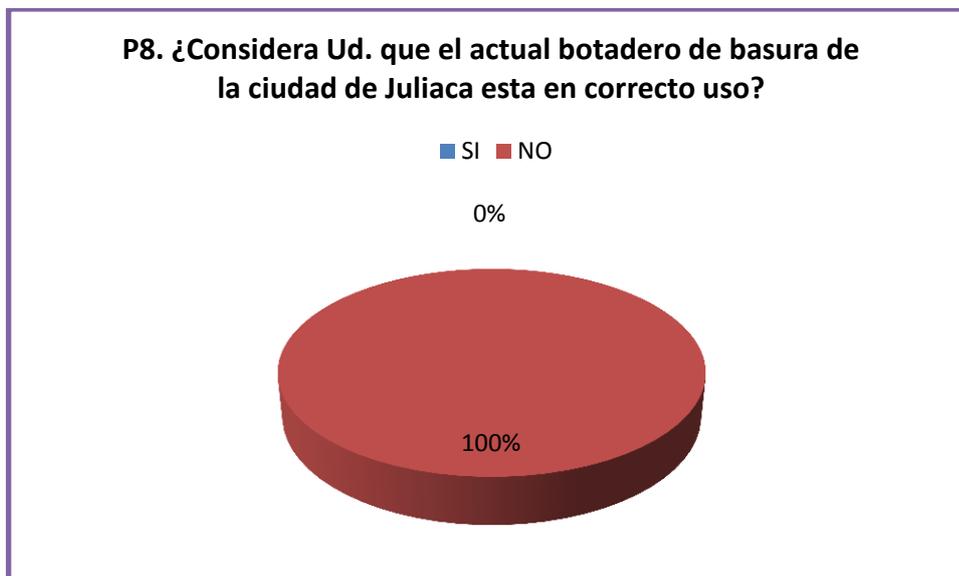


Figura 58. Opinión de los vecinos del contorno del MTA respecto al uso del actual botadero de basura

La figura 58 indica que el 100% de la población del contorno del MTA considera que el actual botadero de basura no está en correcto uso, debido a los sucesos ocurridos durante los últimos años en los que se tiene problemas en la disposición final de los desechos en este botadero.

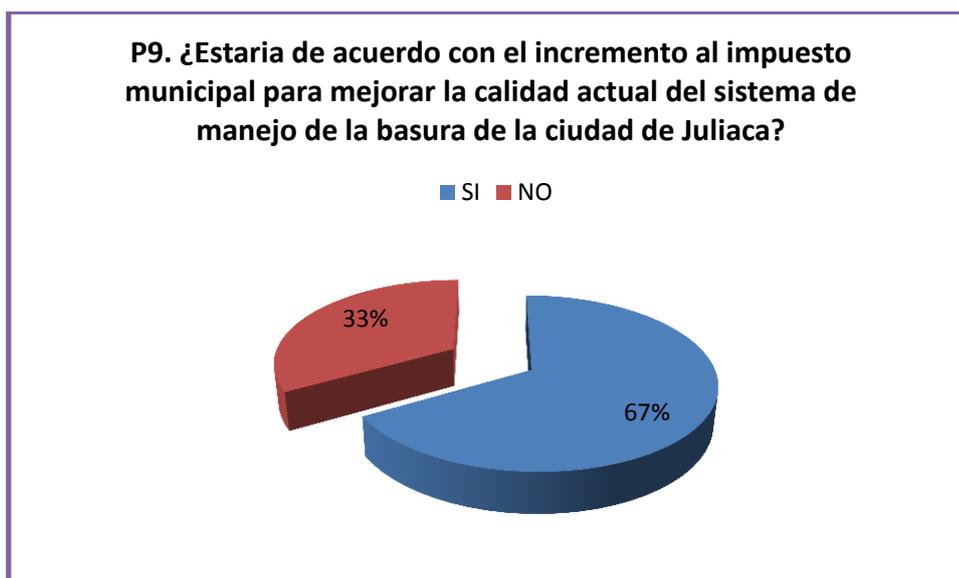


Figura 59. Opinión de los vecinos del contorno al MTA, respecto a un incremento del impuesto para mejorar el sistema de manejo de la basura

La figura 59 corresponde a la aceptación de la población encuestada, respecto al incremento de un impuesto municipal para mejorar el actual manejo de la basura en los contornos del MTA, el 67% de la población respondió que sí estaría dispuesta a un incremento, y el 33% respondió que no.



Figura 60. Cantidad de vecinos del contorno del MTA que podrían reusar sus desechos orgánicos como mejorador de suelos

La figura 60 corresponde al tema de reutilización de desechos orgánicos como mejorador de suelos, donde se obtuvo que el 72% de las personas estarían dispuestas a reusar los desechos orgánicos producidos en su hogar, y el 28% respondió que no.

3.4.1. SELECCIÓN DE LUGARES DE MUESTREO

Para el diseño de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos producidos en el MTA, se partió de la premisa que los residuos sólidos que son generados en el mercado Túpac Amaru son diferenciados, y para determinar los volúmenes se ha tomado en cuenta las características que tiene todo mercado, estos están seccionados y clasificados en puestos que son distribuidos de acuerdo al producto que expenden, entre estos encontraremos las secciones de: ropas, zapatos, juguetes, ferretería, dulces, bebidas, comida, víveres, carnes, frutas, condimentos, entre otros. Teniendo en cuenta esto se ha dividido en zonas que generan orgánicos y zonas que generan inorgánicos, ya que los puestos como los de ropas, zapatos, dulces, y otros, generan en mayores cantidades residuos inorgánicos y en mínimas cantidades los orgánicos (se desprecia), así mismo los puestos de frutas, comidas, carnes y entre otros,

generan mayores cantidades de residuos orgánicos y mínimas de inorgánicos (se desprecia).

La determinación del tamaño de muestra se ha realizado en base al reglamento del CÖNAM en el documento denominado “GUIA PIGARS”, a continuación se describe los lugares de muestreo.

3.4.1.1. ZONAS QUE GENERAN ORGÁNICOS

Los puestos para tomar las muestras fueron tomados aleatoriamente de las secciones de comidas, frutas, carnes, ya que estas secciones son las que generan mayores cantidades de residuos orgánicos. En total fueron 9 puestos.

3.4.1.2. ZONAS QUE GENERAN INORGÁNICOS

Los muestreos en estas secciones al igual que en el caso anterior fueron seleccionados aleatoriamente en puestos de: ropas, zapatos, juguetes, chirlerías, entre otros. En total fueron 9 puestos.

3.4.2. TOMA DE MUESTRAS

Una vez identificados y definidos los lugares, se procedió al muestreo durante una semana neta, utilizando bolsas de plástico de 16 * 19 cm y bolsas de 0,8 * 1,0 m para cada día, recogidas en forma diaria y pesadas.

3.4.3. PESADO DE COMPONENTES

En este proceso se utilizó una balanza de 5 Kg y otra de 10 Kg con precisión de gramos.

3.4.4. UNIDADES DE MEDIDA

Las unidades de medida serán las mismas para ambos casos, tanto para las zonas que generan orgánicos y para las zonas que generan inorgánicos:

Unidad de medida: Kg/puesto-día

3.4.5. ANÁLISIS DE DATOS

Una vez pesadas las muestras, para conocer la composición, características físicas y químicas de los residuos sólidos generados en el mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca; se ha utilizado los parámetros establecidos por el CONAM, en su guía PIGARS y lo señalado por G. Tchobanoglous – H. Theisen (1997).

3.4.6. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

La caracterización de residuos desarrolla un método sencillo de estimación de la generación de los residuos sólidos producidos por sus habitantes, así como el modo de separación más apropiado para determinar la composición física promedio, en otras características como densidad y humedad.

Esta caracterización es importante porque nos permitió calcular la generación total de los residuos, así como proyectar los datos para los próximos años y de esta manera planificar las acciones para el manejo de los residuos optimizando los servicios de limpieza y disposición final.

Para el trabajo de investigación se empleó como materia prima inicial los residuos sólidos municipales generados por el mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca.

Para la ejecución del presente trabajo se realizaron los siguientes pasos cuyos cálculos se observa en el anexo 7.

3.4.7. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Resulta de suma importancia estimar la población futura que tendrá una ciudad durante los años siguientes, a fin de calcular la cantidad de RSM que se deberá disponer diaria y anualmente a lo largo de la vida útil del relleno sanitario. Sin embargo, este proyecto es desarrollado en un mercado, cuya población no irá aumentando a lo largo de los años, debido a que no son hogares sino puestos de venta que poseen un solo propietario, y estos cuentan como un habitante por puesto y no tendrá índice de crecimiento.

Tabla 4. Cantidad de comerciantes del MTA

Nº	MERCADO Y/O PLATAFORMA COMERCIAL TUPAC AMARU	CANTIDAD DE COMERCIANTES
01	Interior del mercado de abastos	92
02	Comedor 2do piso CC. 4	24
03	Pasaje central	52
04	Pasaje de frutas	33
05	ACOMITA I – Plataforma Comercial	444
06	ACOMITA II – Plataforma Comercial	496
07	ACOMITA III – Plataforma Comercial	162
08	ACOMITA IV – Plataforma Comercial	133
09	ACOMITA V – Plataforma Comercial	215
10	Comerciantes ambulantes del contorno del mercado	1500
TOTAL DE COMERCIANTES		3151

FUENTE: Municipalidad de San Román – Sub gerencia de Mercados y Plataformas Comerciales (2018).

3.4.8. ESTUDIO DE GENERACIÓN DE RSM

El estudio de generación de RSM se realizó de acuerdo a los parámetros establecidos por CONAM, en su guía PIGARS con algunas consideraciones hechas para adecuarse a las condiciones de este proyecto.

En la Tabla 9, anexo 7.2, están los valores que corresponden a la generación per cápita de cada puesto de venta participante. Cada valor se obtuvo de las puestos participantes (durante 7 días que duro el muestreo), dividido entre los 7 días de la semana.

3.4.9. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MERCADO TÚPAC AMARU

Es conveniente estimar las cantidades de residuos que se genera en el mercado Túpac Amaru a través de la producción per cápita.

La cantidad de residuos sólidos generados y que se recolectaron del mercado, son de suma importancia para determinar el cumplimiento del programa de gestión integral de residuos sólidos.

3.4.10. DENSIDAD

Siendo la densidad una relación del peso de los residuos sólidos con respecto a su volumen, es importante identificar la densidad de los residuos sólidos sueltos y compactados. Para ello es necesario realizar el siguiente procedimiento:

- Acondicionar un recipiente cilíndrico.
- Tomar al azar cualquier bolsa ya registrada y pesada, luego se procede a vaciar el contenido en el recipiente, y así sucesivamente hasta que el recipiente este lleno.
- Medimos la altura libre, altura total y el diámetro del recipiente. Registrando la información obtenida.
- Para la densidad compactada se procede a compactar los RSM lo más posible que se pueda. Luego se seguirán los mismos pasos anteriores de medida.
- Se repite los mismos pasos hasta obtener unos cinco datos para sacar un promedio.
- El cálculo de la densidad se realiza empleando la siguiente fórmula: (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

Se determina la densidad de los residuos sólidos del MTA, de acuerdo al anexo 7.4.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{Kg}{m^3} \quad Ec. (2)$$

Dónde:

Masa de los RSM = 7285 Kg de RS

Volumen = 16,0153 m³ de RS

Densidad = ?

3.4.11. PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PROYECTADO

La cantidad diaria de residuos sólidos que genera la población de 3151 comerciantes del MTA cuya generación se estimó con: (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$ppc = \frac{\text{cantidad de residuos}}{\text{población}} \quad \text{Ec. (3)}$$

$$ppc = ppc_1 * (1.005) \quad \text{Ec. (4)}$$

Con la ecuación 4, se efectúa la proyección de los residuos sólidos per cápita para los siguientes 10 años. Se estima que la producción per cápita aumenta en 0,5% anual. Entonces, para el segundo, tercer año es: Ver anexo 7.5.

3.4.12. VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Con los datos obtenidos en la Tabla 11 anexo 7.5 se dedujo el volumen total de los residuos sólidos del mercado Túpac Amaru.

El volumen total de los residuos sólidos que genera el mercado Túpac Amaru (MTA), permite el diseño adecuado de frecuencia y número de unidades de recolección, número y capacidad de contenedores y el diseño de infraestructura necesaria para la disposición final y el cálculo de la vida útil del relleno sanitario a construir, además sirve para el cálculo del área requerida.

La columna 6 de la Tabla 12 anexo 7.7, se ha calculado teniendo en cuenta la densidad y la masa diaria de acuerdo a lo siguiente: (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

3.4.13. MATERIAL DE COBERTURA (M. C.)

El material de cobertura es la tierra necesaria para cubrir los residuos recién compactados y se calcula como 20% del volumen de basura recién compactado (ecuación 5, columna 7), de la tabla 12, anexo 7.7, así: (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$m. c. = V_{\text{diario compactado}} * (0,20 \text{ o } 0,25) \quad \text{Ec. (5)}$$

- Para el primer año: $m. c. = 16 \times 0.20 = 3,203$
- Para el segundo año: $m. c. = 16,099 \times 0.20 = 3,220$

Se efectúa la proyección para los siguientes años. Tabla 12 anexo 7.7.

3.4.14. CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA

Con el volumen se estimó el área requerida para la construcción del relleno sanitario, con la profundidad o altura que tendría el relleno que será de 3 m.

El relleno sanitario manual se proyectó para diez años. Este tiempo se llama “*vida útil o periodo de diseño*”.

El área requerida para la construcción de un relleno sanitario manual depende principalmente de factores como:

- Cantidad de RSM que se deberá disponer.
- Cantidad de material de cobertura.
- Densidad de compactación de los RSM.
- Profundidad o altura del relleno sanitario.
- Áreas adicionales para obras complementarias.

A partir de la ecuación 6, anexo 7.8, podremos estimar las necesidades de área, así: (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$A_{RS} = \frac{V_{RS}}{h} \quad Ec. (6)$$

Dónde:

V_{RS} = Volumen de los residuos sólidos

h = Altura o profundidad del relleno sanitario

Se ha utilizado 3 m de altura del relleno sanitario para el MTA, para encontrar el área total del relleno sanitario se utiliza el 30% del valor del relleno sanitario. (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$A_T = F + A_{RS} \quad Ec. (6)$$

Reemplazando los valores, obtenemos:

- Primer año: $\frac{5600,871}{3} = 1866,957 + 1866,957(0,30) = 2427,044$

- Segundo año: $\frac{5630,079}{3} = 1876,693 + 1876,693(0,30) = 2439,701$

Ver resultados Tabla 13 anexo 7.8.

3.4.15. PROPIEDADES FÍSICAS

Para el cálculo del contenido de humedad de los residuos sólidos, se utilizará el método peso-húmedo y la ecuación 7, anexo 7.9. (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$M = \frac{w - d}{w} * 100 \quad Ec. (7)$$

Dónde:

M = Contenido de humedad en porcentaje

W = Peso inicial de la muestra

d = Peso de la muestra después de secarse

El contenido de humedad de los residuos sólidos emplazados en el vertedero dan origen a la generación de lixiviados, los que se ven incrementados en época de avenidas; dichos lixiviados al no ser tratados producen contaminación en los cuerpos de agua subterráneos y superficiales, y en los suelos.

Aplicando la ecuación 7, se tendrá que el contenido de humedad del residuo sólido, en la tabla 14 se muestra la estimación del peso seco a obtener y poder aplicar la ecuación 7.

3.4.16. PROPIEDADES QUÍMICAS

La información sobre la composición química de los componentes que conforman los residuos sólidos es importante para evaluar una futura opción de procesamiento y recuperación.

3.4.17. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Tomando como base la composición elemental de los residuos sólidos del mercado Túpac Amaru, se obtuvo la composición química que permitirá evaluar las opciones de procesamiento y recuperación, utilizando las fórmulas empíricas que a continuación se detallan, las formulas químicas empíricas para efectuar estos cálculos se encuentran en la pág. 24 (Tchobanoglous G. – Theisen H., 1997).

Fórmula química con azufre:

Sin agua: $C_{586}H_{934}O_{248}N_{12}S$ (para cálculo en base seca)

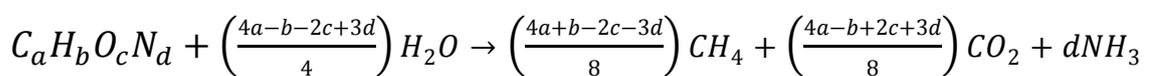
$C_{586}H_{934}O_{248}N_{12}S$	P.A.	
		→ 32,01 * 1 = 32,01
		→ 14,01 * 12 = 168,12
		→ 16,00 * 248 = 3968
		→ 1,01 * 934 = 943,34
		→ 12,01 * 586 = 7037,86
		Kg = 12149,33

Se efectúan los cálculos con los datos de la tabla 14 peso seco Kg/día, para determinar cada componente de los residuos sólidos que se muestran en la tabla 15 anexo 7.9 y 7.10.

3.4.18. CANTIDAD DE GAS QUE SE GENERA DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS CONSTITUYENTES ORGÁNICOS

Se puede conceptualizar un relleno sanitario de residuos sólidos como un reactor bioquímico, con sólidos y agua como entradas principales, y con gases de vertedero y lixiviado como principales salidas.

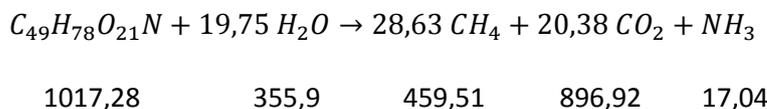
El volumen de los gases emitidos durante la descomposición anaerobia se estimó con la fórmula generalizada $C_aH_bO_cN_d$, entonces se calculó el volumen total del gas utilizando la siguiente ecuación, suponiendo la conversión completa de los residuos orgánicos biodegradables en CO_2 y CH_4 . (Tchobanoglous – Theisen , 1997).



Se han realizado los siguientes cálculos, utilizando las siguientes reacciones obtenidas previamente del cálculo realizado en el anexo 7.10.

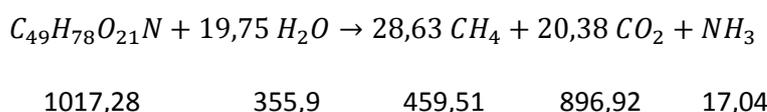
- **Cálculo rápidamente descomponible de los residuos sólidos**

Para estos cálculos se utilizó la siguiente reacción, previamente balanceada, (ver anexo 7.10):



- **Cálculo lentamente descomponible de los residuos sólidos**

Para estos cálculos se utilizó la siguiente reacción, previamente balanceada (ver anexo 7.10):



3.4.19. COMPOSICIÓN, FORMACIÓN DEL CONTROL DEL LIXIVIADO EN EL VERTEDERO

El lixiviado es el líquido que se filtra a través de los residuos sólidos y que extrae materiales disueltos o en suspensión.

En la mayoría de los rellenos sanitarios el lixiviado está formado por el líquido que entra en el vertedero desde fuentes externas, fundamentalmente el agua aportada por la humedad de los residuos, por la lluvia y por infiltraciones hacia la celda de disposición.

El volumen del lixiviado esta fundamentalmente en función de las precipitación pluvial. No solo la escorrentía puede generarlo, también las lluvias que caen en el área del relleno hacen que su cantidad aumente, ya sea por la precipitación directa sobre los residuos depositados o por el aumento de infiltración a través de las grietas del terreno.

Durante los climas de lluvias se produce la infiltración del agua en las celdas de rellenos sanitarios, pudiendo llegar a saturar los residuos confinados y generar lixiviados con altas concentraciones de materiales contaminantes. (RAMÍREZ R., 2014)

Para la estimación de la generación de los lixiviados se utilizó la siguiente tabla de producción de aguas lixiviadas en situaciones diferentes, desarrollado por el Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica DED.

- Para el cálculo de la cantidad de lixiviado se tomó en cuenta el porcentaje de precipitación pluvial y en función de un factor de generación en m³/año.

- Precipitado pluvial anual en Cabanillas : 845 mm
- Área anual del relleno : 0,2427 ha (2427,0044 m²)
- Tipo de relleno : Relleno Manual

Los cálculos que se realizaron se encuentran en el anexo 7.11.

3.4.20. TRATAMIENTO Y LUGAR DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL MTA (PLANTA MANUAL DE RSM)

A continuación se describen las características y requerimientos de una planta manual de acopio que se propone para el mercado Túpac Amaru. La planta manual de acopio de RSM puede ser una instalación muy sencilla que se recomienda ubicarla dentro del sitio del relleno, junto o cerca del cuerpo de residuos.

La planta manual de acopio y reciclaje recomendada consiste de cuatro unidades principales:

Unidad 1: Área de descarga de residuos sólidos.

Unidad 2: Garaje para vehículos.

Unidad 3: Área del relleno sanitario.

Unidad 4: Almacenamiento de lixiviado.

3.4.20.1. ÁREA DE DESCARGA

Esta área se puede construir con un piso de hormigón, si esto no es posible por factores financieras, se puede optar entonces que la tierra este bien compactada. El objetivo es que cuando se tengas altas precipitaciones, el área no se convierta en un sitio pantanoso en el cual no se pueda trabajar.

A continuación la figura 61 muestra el diseño recomendado para una planta manual que es la que se recomienda para este caso.

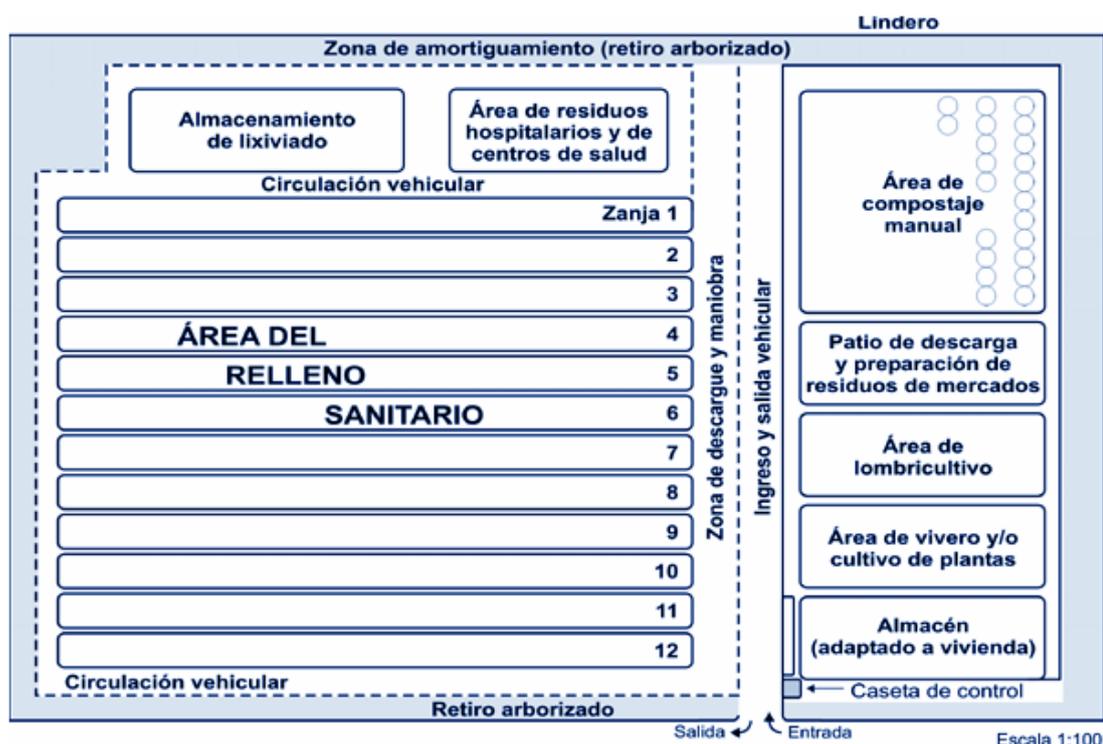


Figura 61. Planta de tratamiento de RS de un sistema integrado de tratamiento y disposición final de RS

FUENTE: Vista en planta de un sistema integrado de tratamiento y disposición final de RSM – Gestión integral de residuos sólidos.

3.4.20.2. ÁREA DE LA PLANTA

Para adquirir un terreno, diseñar la planta de acopio o integrarla en una instalación existente como es el relleno sanitario, se deben conocer las dimensiones de esta. Los factores que más influyen aquí son:

- Área del relleno sanitario
- Tipo de equipamiento
- Tipo de infraestructura
- Cantidad de desechos tratados diariamente

Las áreas más importantes son:

- El área de lixiviados
- El área de almacenamiento

Se pueden considerar diferentes diseños para una planta de acopio, dependiendo de la topografía del terreno y las condiciones del sitio en cuestión.

En total se ha calculado un área de 0,5 hectáreas para todas las áreas indicadas.

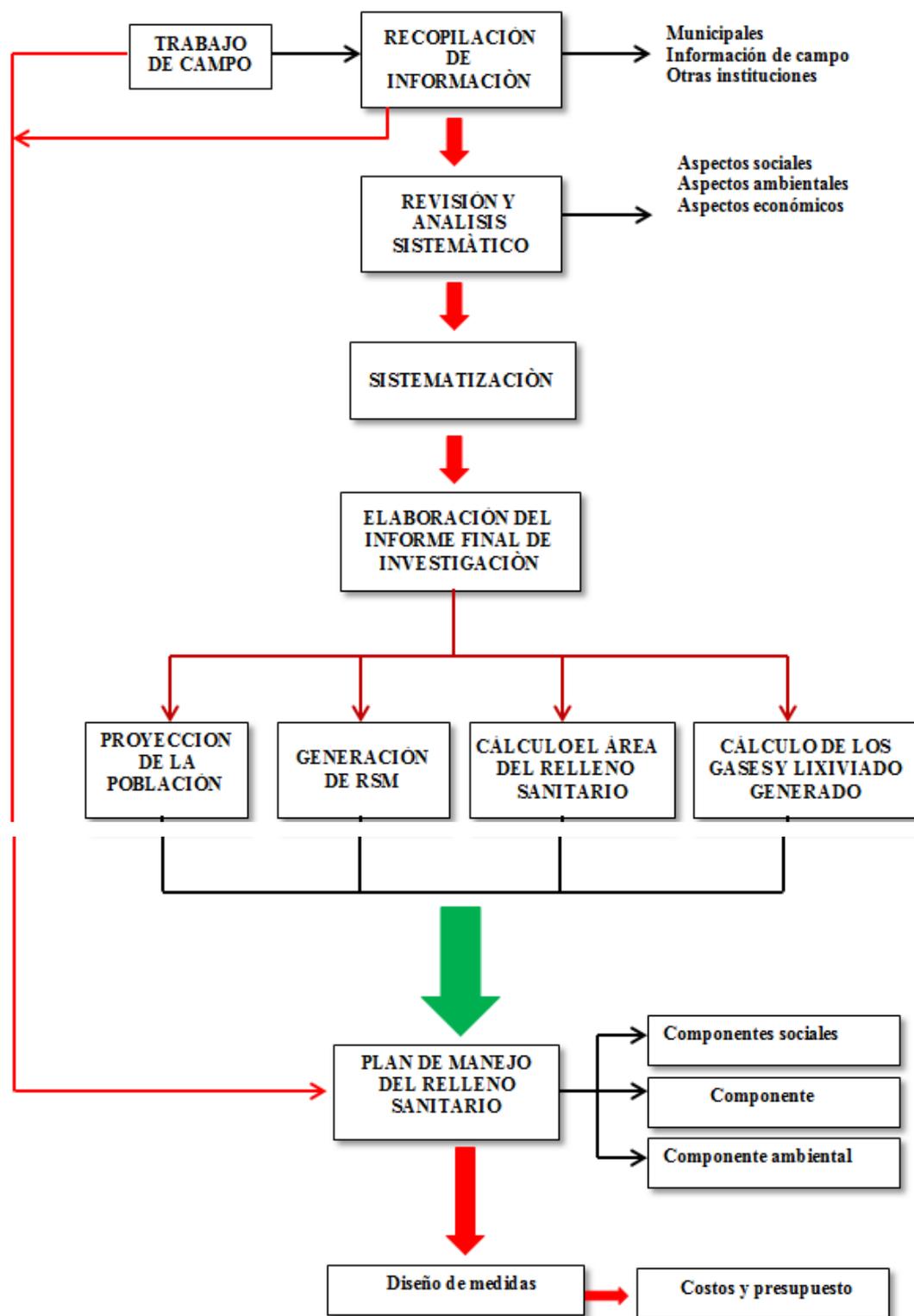


Figura 62. Secuencia metodológica del estudio

FUENTE: Rodríguez R., (2014)

3.4.21. DISPOSICIÓN FINAL

La disposición final del relleno sanitario (vertedero) se ubicará en el distrito de Cabanillas, en el lugar denominado Taya Taya, a 50 Km de la ciudad de Juliaca, en la ruta a la ciudad de Arequipa.

Al respecto del “Plan integral para el manejo y disposición final de los residuos sólidos generados en el mercado Túpac Amaru de la Ciudad de Juliaca”, se propone tres líneas estratégicas que están directamente involucradas con la prestación del servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos, estas líneas son: el equipamiento del servicio de recolección de basura para la prestación de un servicio de mayor calidad y cobertura, la construcción de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos, y el establecimiento de un centro de acopio para el aprovechamiento de algunos materiales.

La capacidad que debe tener el relleno sanitario (vertedero) en la ciudad de Juliaca debe tener un área de 0,254 ha para el relleno sanitario, cerca de 0,5 hectáreas para los demás servicios de acuerdo al plano (fig. 61).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

- **Para la determinación del grado de conocimiento de los comerciantes del MTA, sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos y su disposición final**

Tabla 5. Porcentaje de grado de conocimiento de los comerciantes del MTA

DATOS GENERALES	
Rango de edad	43% entre 26 a 40 años
Genero	62% género femenino
Grado de instrucción	58% nivel secundario
PRUEBA DE CONOCIMIENTO	
Sabe UD. ¿Qué son los Residuos Sólidos?	34% no sabe
Sabe UD. ¿Qué es el efecto invernadero y el calentamiento global?	66% no sabe
Sabe UD. ¿Qué es reciclaje de desechos?	14% no sabe
Sabe UD. ¿Qué materiales o artículos se podrían reciclar dentro del MTA?	Plástico
Sabe UD. ¿Qué es la gestión ambiental?	94% no sabe
ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN	
¿Cuán importante cree que son las cuestiones ambientales para la Municipalidad?	77% poco importante
¿Alguna vez ha llegado a tus manos un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la Municipalidad?	72% nunca recibió
¿Qué tan importante cree que sería realizar un proyecto de reciclaje en el MTA que comprometa a todos los comerciantes y a la comunidad aledaña a este?	93% muy importante
¿Alguna vez has recibido algún curso sobre estrategias de educación ambiental o preservación del medio ambiente?	92% nunca fue asistente
ACTITUD HACIA LA GESTIÓN AMBIENTAL	
¿Los profesionales tienen conciencia y preocupación por el medio ambiente?	40% en desacuerdo
¿A la municipalidad le interesa que la población desarrolle una conciencia ambiental?	86% totalmente en desacuerdo
¿Cree que los temas relacionados a la preservación del medio ambiente son importantes?	89% totalmente de acuerdo
¿El MTA debería invertir dinero en los programas de gestión y control ambiental, como por ejemplo reciclaje?	40% totalmente de acuerdo
¿Cree que sería bueno que el MTA implemente un programa o proyectos de reciclaje?	72% totalmente de acuerdo
¿Le gustaría saber más sobre el reciclaje?	96% totalmente de acuerdo
¿Preocuparse por temas ambientales puede ser una ventaja competitiva para el MTA?	74% totalmente de acuerdo
¿Se debería realizar charlas, conferencias y demás, sobre temas ambientales?	93% totalmente de acuerdo
¿Se siente comprometido con los temas ambientales y de la protección al medio ambiente en el MTA?	79% totalmente de acuerdo

- Para la determinación del grado de conocimiento de la comunidad académica aledaña al MTA con respecto al manejo adecuado de los residuos sólidos y su disposición final

Tabla 6. Porcentaje del grado de conocimiento de la comunidad académica aledaña al MTA

DATOS GENERALES	
Rango de edad	56% de 16 a 25 años
Genero	54% género masculino
Grado de instrucción	83% nivel secundario
PRUEBA DE CONOCIMIENTO	
Sabe UD. ¿Qué son los Residuos Sólidos?	24% no sabe
Sabe UD. ¿Qué es el efecto invernadero y el calentamiento global?	48% no sabe
Sabe UD. ¿Qué es reciclaje de desechos?	22% no sabe
Sabe UD. ¿Qué materiales o artículos se podrían reciclar dentro del MTA?	Plástico
Sabe UD. ¿Qué es la gestión ambiental?	70% no sabe
ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN	
¿Cuán importante cree que son las cuestiones ambientales para la Municipalidad?	41% poco importante
¿Alguna vez ha llegado a tus manos un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la Municipalidad?	69% nunca recibió
¿Qué tan importante cree que sería realizar un proyecto de reciclaje en el MTA que comprometa a todos los comerciantes y a la comunidad aledaña a este?	64% muy importante
¿Alguna vez has recibido algún curso sobre estrategias de educación ambiental o preservación del medio ambiente?	40% nunca asistió
¿Se ha realizado alguna campaña de protección ambiental organizado por el MTA, como el reciclaje de la basura?	44% no sabe
¿Crees que si se implementa un proyecto de reciclaje en el MTA, tanto los comerciantes, vecinos y población concurrente participaría?	39% opina que si
ACTITUD HACIA LA GESTIÓN AMBIENTAL	
¿Los profesionales tienen conciencia y preocupación por el medio ambiente?	53% de acuerdo
¿A la municipalidad le interesa que la población desarrolle una conciencia ambiental?	37% en desacuerdo
¿Cree que los temas relacionados a la preservación del medio ambiente son importantes?	72% totalmente de acuerdo
¿El MTA debería invertir dinero en los programas de gestión y control ambiental, como por ejemplo reciclaje?	58% totalmente de acuerdo
¿Cree que sería bueno que el MTA implemente un programa o proyectos de reciclaje?	59% totalmente de acuerdo
¿Le gustaría saber más sobre el reciclaje?	59% totalmente de acuerdo
¿Preocuparse por temas ambientales puede ser una ventaja competitiva para el MTA?	52% totalmente de acuerdo
¿Se debería realizar charlas, conferencias y demás, sobre temas ambientales?	53% totalmente de acuerdo
¿Se siente comprometido con los temas ambientales y de la protección al medio ambiente en el MTA?	45% totalmente de acuerdo

- **Para determinar la incidencia que traen los residuos sólidos sobre la calidad de vida de la población aledaña al MTA**

Tabla 7. Porcentaje de la incidencia de los residuos sólidos sobre la calidad de vida de la población aledaña al MTA

DATOS GENERALES	
Rango de edad	45% entre 26 a 40 años
Genero	61% género femenino
¿Cuántas personas habitan en su hogar?	56% más de 8
Grado de instrucción	45% nivel secundario 44% nivel universitario
PRUEBA DE CONOCIMIENTO	
Sabe UD. ¿Qué son los Residuos Sólidos?	11% no sabe
Sabe UD. ¿Qué es el efecto invernadero y el calentamiento global?	50% no sabe
Sabe UD. ¿Qué es reciclaje de desechos?	0% no sabe
Sabe UD. ¿Qué materiales o artículos se podrían reciclar dentro del MTA?	Plásticos y papel
Sabe UD. ¿Qué es la gestión ambiental?	78% no sabe
ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN	
¿Qué tipo de desechos considera UD. que se producen en mayor cantidad en el MTA?	85% inorgánicos
¿Cuál es la disposición final de la basura producida en su hogar?	61% enviado al camión recolector
¿En su barrio existen sitios adecuados como tachos o islas ecológicas, para el depósito de desechos producidos en su hogar?	100% no existe
¿Conoce UD. sobre algún mecanismo para el reciclaje de desechos?	22% no conoce
¿Conoce UD. que la incidencia de los líquidos (lixiviados) producidos por la basura en descomposición puede causar graves lesiones a nuestra salud?	83% no conoce
¿Conoce que la descomposición de basura al aire libre a parte de generar ecosistemas para plagas como ratas, genera CO ₂ que es un gas maligno para la capa de ozono y el aire que consumen los seres vivos?	50% no sabe
¿Considera UD. que el actual botadero de basura de la ciudad de Juliaca está en correcto uso?	100% opina que no está en correcto uso
¿Estaría de acuerdo con un incremento al impuesto municipal para mejorar la calidad actual del sistema de manejo de la basura en la ciudad de Juliaca?	33% no está de acuerdo
¿UD. podría reusar los desechos orgánicos producidos en su vivienda como mejorador de suelo?	72% si reusaría

- **Para la determinación de un relleno sanitario**

El mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca cuenta con 3151 comerciantes entre los que se cuentan una persona por puesto de venta y también estarán los comerciantes ambulantes que se ubican a los alrededores de este centro de abastos, el manejo de los residuos sólidos por parte del municipio se puede describir de la siguiente manera:

Primero se realizó la ejecución de muestreo, para este paso se tomó en cuenta las fechas en las que se realizan ferias especiales como son: ferias de útiles escolares, por el día de la madre, fiestas patrias, por día de todos los santos, fiestas de navidad y otros. Debido a que en los días que se llevan a cabo existe un aumento de comerciantes ambulantes quienes expenden sus productos en los contornos del mercado solo por estas fechas y generan desechos sólidos, lo que genera un pequeño incremento en la cantidad de residuos sólidos generados con respecto a los demás días. Para la recolección de muestras se seleccionaron 18 puestos, teniendo en cuenta las zonas de generación de orgánicos e inorgánicos. Las fechas de muestreo fueron desde el 29 de octubre del 2018 hasta el 4 de noviembre.

Se preparó el material necesario como son: bolsas etiquetadas, formatos, recipientes, balanzas y entre otros. Encontrándose de esta manera el porcentaje de materia orgánica e inorgánica que se produce a diario.

Tabla 8. Composición de los residuos sólidos en el MTA

Composición	Peso generado Kg/día
Orgánicos	6786,2
Inorgánicos	498,8

La evaluación de los resultados de los residuos sólidos se basa en la composición en peso y en volumen, que son parámetros fundamentales para la comprensión y solución de la problemática del manejo de residuos sólidos. Esta composición no varía en gran escala durante el transcurso del tiempo debido a que se trata de un mercado y los residuos producidos son casi constantes.

El mercado Túpac Amaru genera dos tipos de residuos que son: orgánicos e inorgánicos cuya composición se muestra en la tabla 15 originando un volumen diario de 2, 312 Kg/puesto-día y de 7285 t/puesto-año.

El área que ocupan estos residuos sólidos es de 2427,0044 m² para el primer año (2018) y para los próximos diez años (2027) será de 2538,342 m², se observan estos datos en la tabla 13.

- Propiedades y composición físico química de los residuos sólidos generados por el mercado Túpac Amaru, cantidad de gas y lixiviados

Se determinó un peso volumétrico de residuos sólidos en forma general para el primer año (2018) que es de 454,88 Kg/m³, en cuanto a la selección y cuantificación de subproductos se obtuvo que las principales porciones en peso seco de residuos sólidos son: residuos de comida 0,928 t/día (22%), papel 0,710 t/día (17%), cartón 0,667 t/día (16%), plásticos 0,682 t/día (16%), residuos de jardín 0,501 t/día (12%), madera 0,227 t/día (6%), vidrio 0,057 t/día (1%), otros metales 0,041 t/día (1%), suciedad y cenizas 0,366 t/día (9%).

Las propiedades químicas se observan en la tabla 15 anexo 7.10, cuya composición es en base seca, es decir tal como debe ser depositado en el relleno sanitario. Las cantidades determinadas son: carbono 2422,374 Kg, hidrógeno 325,703 Kg, oxígeno 1365,753 Kg, nitrógeno 57,866 Kg y azufre 11,018 Kg.

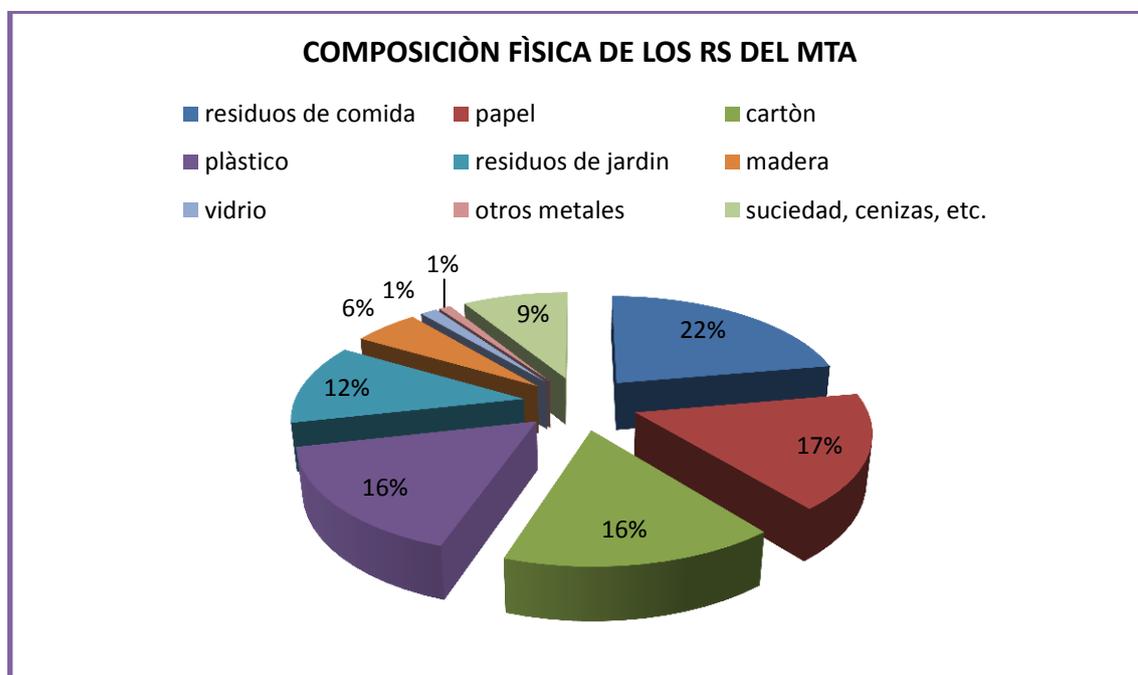


Figura 63. Composición física de residuos sólidos en base seca

La figura 63 nos indica los porcentajes de composición física de los residuos sólidos en base seca siendo los datos más relevantes: en un 22% de residuos de comida, en un 17% papel, en 16% plásticos y también en el mismo porcentaje cartón, así también podemos mencionar en un 12% los residuos de jardín.

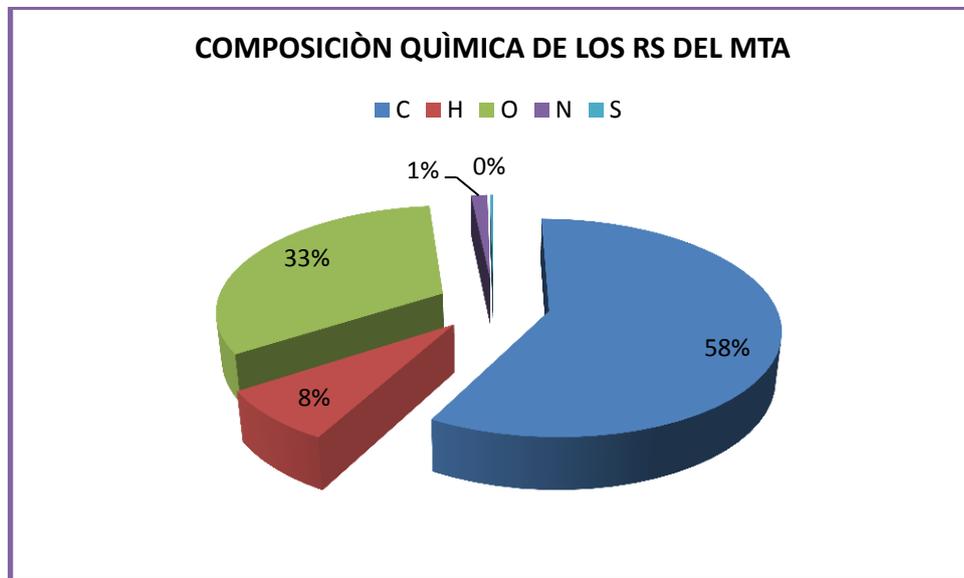
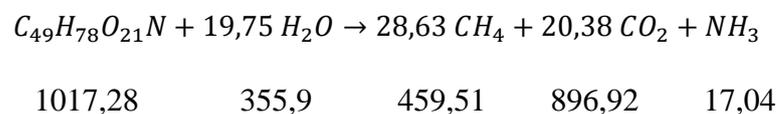


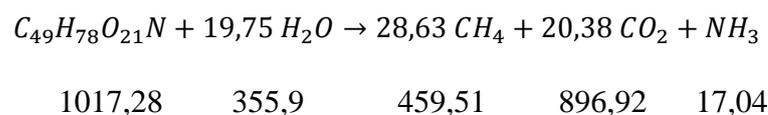
Figura 64. Composición química de los residuos sólidos base seca

La figura 64 indica la composición química de los residuos sólidos en base seca, siendo un 58% correspondiente al carbono, un 33% para oxígeno, el 8% para hidrógeno y un 1% para el nitrógeno y para azufre el 0%.

La cantidad de gas que se genera de la composición de los constituyentes orgánicos se estimó con la fórmula generalizada $C_aH_bO_cN_d$ (Tchobanoglous – Theisen , 1997).y para el cálculo de materia rápidamente descomponible se utilizó la siguiente reacción, la cual se obtuvo de los cálculos realizados en el anexo G10.



Para el cálculo de materia lentamente descomponible se utilizó la reacción:



Se determinó el volumen del gas metano y dióxido de carbono producido utilizando los pesos específicos del $CH_4 = 0,717 \text{ Kg/m}^3$, del $CO_2 = 1,977 \text{ Kg/m}^3$ y $NH_3 = 0,771$

Kg/m^3 , obteniéndose para descomposición rápidamente y lentamente descomponible, el siguiente resultado:

- Volúmenes de los gases del material rápidamente descomponible
 - Metano = $1768,34 \text{ m}^3$
 - Dióxido de carbono = $1251,84 \text{ m}^3$
 - Amoniac = $60,98 \text{ m}^3$
- Volúmenes de los gases del material lentamente descomponible
 - Metano = $573,42 \text{ m}^3$
 - Dióxido de carbono = $405,92 \text{ m}^3$
 - Amoniac = $19,77 \text{ m}^3$

Para el cálculo de la cantidad de lixiviado se tomó en cuenta el porcentaje de precipitación pluvial y en función de un factor de generación en $\text{m}^3/\text{año}$.

- Precipitación anual en Cabanillas : 845 mm
- Área anual del relleno : $0,2427 \text{ ha}$ ($2427,0044 \text{ m}^2$)
- Tipo de relleno : Relleno Manual

Se calculó que se producirá $1230,491 \text{ m}^3/\text{año}$ de lixiviado, este valor es un dato promedio debido a que la precipitación pluvial puede variar cada año.

- Tratamiento y lugar de disposición final de los residuos sólidos generados por el mercado Túpac Amaru

La disposición final del relleno sanitario (vertedero) se ubicará en el distrito de Cabanillas, el lugar denominado Taya Taya a 50 Km de la ciudad de Juliaca, camino a la ciudad de Arequipa.

El área destinada es de $0,2538 \text{ ha}$ para el relleno sanitario más $0,25 \text{ ha}$ para los demás servicios de acuerdo al plano (fig. 61)

El tipo de relleno sanitario que se propone debe ser por el método de trinchera o zanja pues se dispone de terrenos planos adecuados para este método.



Figura 65. Ubicación del relleno sanitario

El terreno donde estará ubicado el relleno sanitario manual, está a una altura media de 3885 m.s.n.m. entre las Coordenadas: 159° 38' 14" de latitud Sur y 70° 20' 39" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, presenta una topografía relativamente plana o medianamente accidentada, la temperatura promedio anual oscila desde 0.06 °C hasta 162 °C con una precipitación promedio anual de 845 mm, en los llanos y pampas la helada se percibe con mayor intensidad.

4.2. DISCUSIÓN

En otros proyectos realizados como de: Uriza N., quien también utilizó encuestas para determinar los componentes y las características de los residuos sólidos, llegando a la conclusión de generar información para la elaboración de un material visual que ayude a la sensibilización y orientación en cuanto a la separación de los residuos sólidos, también tenemos a Hidalgo E., quien también realizó encuestas similares para determinar las consecuencias que trae la mala disposición de los residuos sólidos y como estos afectan en la vida cotidiana de las personas, logrando obtener resultados óptimos e informativos, así también podemos mencionar a Torres A., quien en su proyecto utilizó encuestas para determinar el grado de conocimiento de la comunidad universitaria (estudiantes, docentes, administrativos, personal obrero y otros) de la URP, logró encontrar y determinar el grado de conocimiento de sus población respectiva, el cual fue un inicio para llevar a cabo el desarrollo de su proyecto.

V. CONCLUSIONES

- Los comerciantes del mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca, no poseen adecuado conocimiento con respecto al manejo de los residuos sólidos y su disposición final, por lo que podría ser uno de los principales puntos a considerar en la etapa de concientización, antes de la implementación de un sistema de gestión ambiental.
- Los estudiantes, docentes, administrativos y demás, pertenecientes a la población académica del contorno al MTA, poseen un conocimiento moderado respecto al manejo adecuado de los residuos sólidos y su disposición final.
- La incidencia de los desechos producidos en el MTA, afectan de gran manera en la calidad de vida de los vecinos del contorno a este mercado, debido a que los residuos son depositados en las vías públicas y estos permanecen amontonados durante horas, generando malos olores, gases como CO₂, atrayendo roedores, insectos, etc., y en épocas de lluvia este problema empeora generando lixiviados.
- Se calculó el diseño de un relleno sanitario, el cual tendrá un volumen de 57271,293 m³ y un área de 2538 m², éste podría ubicarse en el distrito de Cabanillas en el lugar denominado Taya Taya a 50 km de la ciudad de Juliaca.

VI. RECOMENDACIONES

- El plan de manejo de los residuos sólidos del mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca, traerá una serie de beneficios para esta ciudad, tanto económicos, sociales y lo más importante ambientales. Así por ejemplo, generará empleos en las actividades de limpieza, acopio de material reciclable, así también se verá un mejor aspecto paisajístico de esta parte de la ciudad. Otros de los beneficios serán la disminución de los contaminantes de suelos, aguas y aire, lo que será reflejado con la disminución de roedores, perros vagabundos, proliferación de insectos y demás, así también la disminución de los gases contaminantes provocados por la basura tirada al aire libre.
- Los estudios de generación y caracterización de los RS del MTA, serán elementales para la realización de una propuesta de plan de manejo, con ello se podrá corroborar la buena disposición de la ciudadanía en participar en programas en pro del medio ambiente, y de esta manera se podría realizar el mismo proyecto con los demás mercados y así se vería una gran disminución de los RS botados en las calles de esta ciudad.
- Los lixiviados que son generados en todo relleno sanitario tienen que ser necesariamente tratados para evitar una mayor contaminación al ambiente, para lo cual se pueden utilizar diversos métodos como son: recirculación de lixiviados, evaporación de lixiviados, tratamiento biológico (aerobio y anaerobio), sistema de membranas, tratamientos físico - químicos entre otros.
- Para la impermeabilización de un relleno sanitario se utilizan mayormente geomembranas, pero también se podrían utilizar recursos naturales de la zona como por ejemplo la arcilla.
- La Universidad Nacional del Altiplano, como institución científica y técnica debe seguir promoviendo el desarrollo de trabajos de investigación sobre los residuos sólidos, en diferentes zonas de la región.
- La Facultad de Ingeniería Química debería involucrarse más en los temas de residuos sólidos, complementando la teoría que se enseña con la práctica, de esta manera se tendría varios proyectos de investigación sobre temas ambientales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalino F.H. (2013), “Propuesta de Gestión sobre Residuos Sólidos Domiciliarios Región de O’Higgins, Caso Estudio: Comuna de Machali”. Universidad Academia de Humanismo Cristiano, Escuela de Gobierno y Gestión Sede Rancagua, Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental, Chile.
- Buenrostro O., Israde I. (2003), “La gestión de los Residuos Sólidos Municipales en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, México”. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- Calva A. C., Rojas C. R. (2014), “Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en el Municipio de Mexicali, México: Retos para el Logro de una Planeación Sustentable”. Universidad Autónoma de Baja California, Información Tecnológica. México.
- Castrillón Q. O., Puerta E. S. (2004), “Impacto del Manejo Integral de los Residuos Sólidos en la Corporación Universitaria Lasallista”. Ingeniería Agrícola (Línea de Investigación: Bioprocesos, Semillero de Investigación sobre Materia Orgánica), Facultad de Industrias Pecuarias, corporación Universitaria Lasallista. Caldas – Antioquía.
- Chambilla CH. J. (2012), “Valoración Económica por la Mejora en el Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Puno, Año 2012”. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Económica. Puno – Perú.
- Chung Pinzas A. R.. (2003) “Análisis económico de la ampliación de la cobertura del manejo de residuos sólidos por medio de la segregación en la fuente en Lima– Cercado”. Trabajo de titulación (magíster en Ingeniería Industrial). Lima, UNMSM: Facultad de Ingeniería Industrial, 130 p. ver: <http://www.cybertesis.edu.pe/sisbis/2003/pa/html/index-frames.html>, Perú.
- Conesa Fernández V. (1995) “Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental”, Ed. Mundi Prensa, 2ª edición, Barcelona, España.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, República Federativa del Brasil – junio de 1992.

- Contanhede A, Sandoval L, (2008) “Rellenos Sanitarios Manuales”, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente Organización Panamericana de la Salud Oficina Sanitaria Panamericana - Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.
- Cortinas N. C., (2004), Manejo Integral de Residuos. Ver en: <http://Cristinacortinas.com>
- Hidalgo U. E. (2012), “La Disposición Final de los Desechos Sólidos y su Incidencia en el Buen Vivir de los Habitantes del Cantón Archidona Ubicado en la Provincia de Napo Durante el Año 2012”, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil, Ecuador.
- Jaramillo J., OPS/CEPIS (2002), Agencia de la organización Panamericana de la Salud. “Guía Para El Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales”, Colombia.
- LEY N^a 27314- LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú, publicada el 21 de julio del 2000.
- LEY N^a 28611- LEY DEL AMBIENTE. Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú, publicada el 15 de octubre del 2005.
- Municipalidad de San Román – Sub gerencia de Mercados y Plataformas Comerciales (2018).
- Pettigiani E., Muzlera A., Antonini S., (2012), Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos Domiciliarios en Unquillo, Córdoba. INTI (Unidad de Química y Ambiente, -IN_T_I.Córdoba, Argentina) Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNC. Industria Argentina, Córdoba - Argentina.
- Ramírez C. R., (2014), Gestión Integral de los Residuos Sólidos de la Ciudad de Juli destinado para un Relleno Sanitario, Puno – Perú.
- Rodríguez C., (2004); Diario La Nación de Argentina (2004). Disponible en: http://www.lanacion.com.ar/Archivo/nota.asp?nota_id=666905.
- Sánchez G. (2007), “Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en los Municipios de Actopan, San Salvador y El Arenal del Estado de Hidalgo”, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Centro de Investigaciones Químicas. Hidalgo-México.

- Sánchez de P. M., Jorge de C. E., Rodríguez G., Ferreira G. F., Roman S., Polo A., (2013), *Gestión Integral de Residuos Urbanos en el Municipio de Selva-Santiago del Estero*. Instituto de Ciencias Químicas, Área de comunicación-Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Industria Argentina. Estero-Argentina.
- Tchobanoglous G. – Theisen H. (1997) “Gestión Integral de Residuos Sólidos”, edit. Mc Graw Gil, México.
- Torres LL. A. (2008), “Estudio de Factibilidad para el Manejo de Residuos Sólidos en la Universidad Ricardo Palma”, Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Lima-Perú.
- Uriza S. N. (2016), “Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el sector Urbano de la Ciudad de Tunja y Propuesta de Sensibilización para su Separación en la Fuente”, Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables, Económicas y administrativas, Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Tunja-Bocayà.

ANEXOS

**ANEXO 1. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA FORMULACIÓN DE PLANES
INTEGRALES DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

GUÍA PIGARS, CONTENIDO

PRESENTACIÓN	4
ANTES DE LEER LA GUÍA PIGARS ¿QUÉ ENCONTRARÁ EN ESTA GUÍA? ¿A QUIÉN ESTÁ DIRIGIDA ESTA GUÍA?	6
¿QUÉ ES EL PIGARS?	6
¿POR QUÉ HACER UN PIGARS?	6
¿QUIÉNES DEBEN HACER UN PIGARS? ¿CÓMO SE DEBE LEER ESTA GUÍA?	7
DEFINICIONES	7
ABREVIACIONES:	10
PASO 1: ORGANIZACIÓN LOCAL PARA EL DESARROLLO DE UN PIGARS	12
1.1 Identificación de actores y planeamiento del PIGARS	13
1.2 Conformación del Comité Local de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (COGARS)	13
1.3 Elaboración del plan de trabajo	15
1.4 Conformación del Grupo Técnico local.	16
PASO 2: EL DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO	18
2.1. Descripción del área de estudio	18
2.1.1 Información básica del área de estudio	19
2.1.2 Contexto social	22
2.2. Aspectos técnicos operativos	22
2.3. Aspectos gerenciales, administrativos y financieros	27
PASO 3: ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PIGARS	30
3.1 Identificación del área geográfica y período de planeamiento	30
3.2 Selección de los tipos de residuos que se considerarán en el PIGARS	31
3.3 Definición del nivel del servicio y objetivos que se desean alcanzar	31
PASO 4: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	34
4.1 Alternativas en los aspectos gerenciales, administrativos y financieros	34
4.2 Alternativas en los aspectos técnico-operativos	39
4.3 Reforzamiento del modelo de gestión financiera	46
PASO 5: PREPARACIÓN DE LA ESTRATEGIA	51
5.1 Introducción	51
5.2 Formulación de la estrategia	51
PASO 6: FORMULACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN DEL PIGARS	53
6.2 Introducción	53
6.3 El plan de acción	53
PASO 7: EJECUCIÓN Y MONITOREO DEL PIGARS	53
7.1 Introducción	56
7.2 Pasos para poner en marcha el plan de acción	56
7.3 Pasos para monitorear y evaluar el plan de acción	57
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXO 1. MODELO DE PLAN DE TRABAJO PARA LA FORMULACIÓN DEL PIGARS	62
	63
ANEXO 2. MODELO DE REGLAMENTO DE UN COMITÉ LOCAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	68
ANEXO 3. MODELO DE DECRETO DE ALCALDÍA DE CREACIÓN DEL COGARS	71
	77
ANEXO 4. MÉTODO PARA CARACTERIZAR LOS RESIDUOS SÓLIDOS	
ANEXO 5. MÉTODO PARA DETERMINAR EL MERCADO DE RESIDUOS DE UNA LOCALIDAD	84
	89
ANEXO 6. MODELO DE UN PIGARS	93
ANEXO 7. MODELOS DE ORDENANZA DE APROBACIÓN DEL PIGARS	

ANEXO 8. CRITERIOS PARA ESTIMAR LOS COSTOS DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA PÚBLICA (BARRIDO, RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE)	97
ANEXO 9. CRITERIOS PARA ESTIMAR LOS COSTOS DE UN PROGRAMA DE RECOLECCIÓN SELECTIVA Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS	100
ANEXO 10. CRITERIOS PARA ESTIMAR LOS COSTOS DE UN SISTEMA DE DISPOSICIÓN FINAL	105
ANEXO 11. CRITERIOS PARA ESTIMAR UNA CAMPAÑA DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL	105
Introducción	106
ANEXO 12. MÉTODO SENCILLO PARA LA PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS Y ELABORACIÓN DE OBJETIVOS	111
ANEXO 13. MODELO DE ENCUESTA PARA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS	116
ANEXO 14. INSTRUMENTOS DE APOYO DISPONIBLE	

ANEXO 2. MARCO LEGAL

- Ley General de residuos sólidos. No 27314; emitida el 21 de julio del 2000.
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, aprobado mediante Decreto Legislativo No. 613.
- Reglamento para el Control Sanitario de las Playas y Establecimientos Conexos, Decreto Supremo No 98-60-DGS, del 7 de octubre de 1960.
- Reglamento para la disposición de basuras mediante el empleo del método del relleno sanitario, Decreto Supremo No 6-STN, del 9 de noviembre de 1964.
- Reglamento de inocuidad del agua y alimentos y del tratamiento de desechos en el transporte nacional e internacional. Decreto Supremo No 012-77-SA, del 13 de octubre de 1977.
- Reglamento de Aseo Urbano, Decreto-Supremo No 033-81-S A, del 9 de diciembre de 1981, modificado por el Decreto Supremo No 037-83-SA, del 28 de septiembre de 1983.
- Normas a las cuales se ceñirá la crianza y/o engorde de cerdos desde el punto de vista sanitario, Decreto Supremo No 034-85-SA, del 25 de julio de 1985.
- Resolución Ministerial NQ 535-97-SA/DM, Código de Principios Generales de Higiene.
- Decreto Supremo No 88-67-DCS, Reglamento para apertura y control sanitario de plantas industriales de conformidad con el artículo No 160 del título "X" de la ley No 13270 de promoción industrial.
- Decreto Supremo No 034-85-SA, Reglamento de Aseo Urbano.
- Anteproyecto de Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Residuos Peligrosos, del 3 de julio del 2002.

ANEXO 3. LEGISLACIÓN AMBIENTAL Y NORMATIVIDAD LEGAL VIGENTE

El marco legal vigente que regula los aspectos de la gestión y manejo de los residuos a nivel nacional son los siguientes:

- Decreto legislativo N° 1065 que modifica algunos artículos de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, publicado el 28 de junio del 2008.

Decreto legislativo que modifica la ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, en los aspectos principales de perfeccionar los lineamientos de política, establece las competencias del Ministerio del Ambiente, especifica las competencias de las autoridades sectoriales, la autoridad de salud, la autoridad de transporte y comunicaciones, establece el rol de los gobiernos regionales y el rol de las municipalidades, precisa las responsabilidades del generador de residuos sólidos del ámbito no municipal, entre otros.

- Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos; aprobado el 21 de julio del 2000.

Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 del 21 de julio del 2000, que presenta las recomendaciones y establece lineamientos generales a tomar en consideración para la implementación y operación de las infraestructuras de disposición final de residuo, así mismo establece la obligatoriedad de elaborar Estudios de Impacto Ambiental en los proyectos de infraestructura de residuos sólidos, entre ellos el relleno sanitario. Tomar en consideración, la modificación de esta Ley dada por el Decreto Legislativo N° 1065.

- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos; aprobado mediante Decreto Supremo N° 057-2004-PCM, aprobado el 22 de julio del 2004.

Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, establece los criterios mínimos para la selección de sitio, habilitación, construcción, operación y cierre de las infraestructuras de disposición final. En la actualidad el presente Reglamento se encuentra en modificación.

- Reglamento para la Disposición de Basuras Mediante el Empleo del Método de Relleno Sanitario, aprobado mediante Decreto Supremo N° 06 - STN, el 09 de enero de 1964.

Reglamento para la disposición de basuras mediante el empleo del método de relleno sanitario; mediante el cual se asigna a las municipalidades la responsabilidad de efectuar la recolección de los residuos en su jurisdicción y realizar su disposición final

- Ley Orgánica de las Municipalidades - Ley N° 27972

Título V: Competencias y Funciones Específicas de los Gobiernos Locales, artículo 73°, numeral 3 señalan que las municipalidades distritales en materia de Protección y Conservación del Ambiente, cumplen las siguientes funciones:

- ✓ Formulan, aprueban, ejecutan y monitorean los planes y políticas locales en materia ambiental, en concordancia con las políticas, normas y planes regionales, sectoriales y nacionales.
- ✓ Proponen la creación de áreas de conservación ambiental.
- ✓ Promueven la educación e investigación ambiental en su localidad e incentivan la participación ciudadana en todos sus niveles
- ✓ Participan y apoyan a las comisiones ambientales regionales.

Coordinan con los diversos niveles de gobierno nacional, sectorial y regional, la correcta aplicación local de los instrumentos de planeamiento y gestión ambiental, en el marco del sistema nacional y regional de gestión ambiental.

- Ley General del Ambiente - Ley N° 28611

Hace una diferencia de responsabilidades en cuanto al manejo de los residuos sólidos de origen doméstico y comercial (municipales), y de otros tipos de residuos (no municipales), cuyos generadores serán responsables de su adecuada disposición final, bajo las condiciones de control y supervisión establecidas en la legislación vigente.

- Ley General de Salud - Ley N° 26842

Ley N° 26842 del 20-07-97 - en la cual se reconoce la responsabilidad del Estado frente a la protección de la salud ambiental. En su artículo 96 del Capítulo IV, se menciona que en la disposición de sustancias y productos peligrosos deben tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humana o al ambiente. Asimismo, los artículos 99, 104 y 107 del Capítulo VIII tratan sobre los desechos y la responsabilidad de las

personas naturales o jurídicas de no efectuar descargas de residuos o sustancias contaminantes al agua, el aire o al suelo. El artículo 80º, numeral 3.1 de la misma Ley señala que en materia de saneamiento, salubridad y salud, son funciones específicas de las municipalidades distritales: proveer el servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de los desperdicios.

- Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública - Ley N° 27293

Creada con la finalidad de optimizar el uso de los Recursos Públicos destinados a los proyectos de inversión, en ese contexto se sitúan los proyectos de manejo de los residuos sólidos municipales, creando para tal efecto el Sistema Nacional de Inversión Pública, estableciendo además las fases a cumplir por todo proyecto de inversión pública; y su modificatoria dada por Decreto Legislativo N° 1091.

- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada

Decreto legislativo N° 757 (13 de noviembre de 1991) - que incentiva el crecimiento de la inversión privada, y que en su artículo 55, precisa que se encuentra prohibido “internar al territorio nacional residuos o desechos, cualquier sea su origen o estado materia, que por su naturaleza, uso fines, resultan peligrosos radiactivos...El internamiento de cualquier otro tipo de residuos o desechos sólo podrá estar destinado a su reciclaje, reutilización o transformación”

- Ley de Bases de Descentralización - Ley N° 27783

Que establece entre los objetivos a nivel ambiental, la gestión sostenible de los recursos naturales y mejoramiento de la calidad ambiental, además de incluir dentro de la asignación de competencias de las municipalidades, la gestión de los residuos sólidos dentro de su jurisdicción.

- Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental - Ley N° 27446

Establece dentro de los criterios de protección ambiental, la protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que puedan producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas; aspectos ambientales comunes a toda infraestructura de disposición final de

residuos sólidos. Así mismo define los estudios ambientales correspondientes a cada tipo de proyecto dependiendo de la envergadura de éstos y la potencialidad de los impactos en el ambiente.

- Código Penal

“Ley que modifica diversos artículos del Código Penal y de la Ley General del Ambiente”, en el título XIII, capítulo I, sobre los Delitos Ambientales, establece las penalidades por contaminación al ambiente y en su artículo 306, por incumplimiento de las normas relativas al manejo de residuos sólidos, define:

El que sin autorización o aprobación de la autoridad competente, establece un vertedero o botadero de residuos sólidos que pueda perjudicar gravemente la calidad del ambiente, la salud humana o la integridad de los procesos ecológicos, será reprimido con pena privativa de libertad no mayor de 4 años.

Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de 02 años. Con el agente, contraviniendo, leyes, reglamentos o disposiciones establecidas, utiliza desechos sólidos para la alimentación de animales destinados al consumo humano, la pena será no menor de 03 años no mayor de 06 años y con doscientos sesenta a cuatrocientos cincuenta días - multa. (Ver Ley N° 29263).

La implementación y operación de un relleno sanitario requiere del compromiso responsable del gestor o titular, partiendo de un proyecto que cuente con las aprobaciones y autorizaciones correspondientes antes de su implementación.

La inadecuada operación de estas infraestructuras de disposición final de residuos sólidos, ha generado desconfianza y rechazo de la población, a tal punto de confundir los términos de relleno sanitario con botadero, por lo que realizar la cobertura diaria de los residuos sólidos que se disponen como parte de la operación es de vital importancia, previniendo la proliferación de vectores, que ponen en riesgo la salud de los propios trabajadores y de la población.

Las instituciones que aprueban los estudios, otorgan opinión técnica favorable y autorizan el funcionamiento de las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos son las siguientes:



Figura 66. Instituciones que aprueban los estudios y autorizan el funcionamiento de las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos

FUENTE: Rodríguez R. (2014)

ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS REALIZANDO ENCUESTAS



ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS RECOLECTANDO LOS RESIDUOS SÓLIDOS





ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS DE LA SEGREGACIÓN Y PESADO DE LOS RS





ANEXO 7. CÁLCULOS EFECTUADOS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Tabla 9. Datos típicos sobre peso específico y contenido de humedad para residuos domésticos, industriales

Tipos de residuos	Peso específico Kg/m ³		Contenido de humedad, porcentaje en peso	
	Rango	Típico	Rango	Típico
Residuos de comida	131-481	291	50-80	70
Papel	42-131	89	4-10	6
Cartón	42-80	50	4-8	5
Plásticos	42-131	65	1-4	2
Textiles	42-101	65	6-15	10
Goma	101-202	131	1-4	2
Cuero	101-261	160	8-12	10
Residuos de jardín	59-225	101	30-80	60
Madera	131-320	237	15-40	20
Vidrio	160-481	196	1-4	2
Latas de hojalata	50-160	89	2-4	3
Aluminio	65-240	160	2-4	2
Otros metales	131-1151	320	2-4	3
Suciedad, cenizas, etc.	650-831	481	6-12	8
Cenizas	89-181	745	6-12	6

Fuente: Tchobanoglous G. –Theisen H. (1997) “Gestión Integral de Residuos Sólidos”

Tabla 10. Constituyentes orgánicos rápidamente y lentamente biodegradables en los RS

Componentes de residuos orgánicos	Rápidamente biodegradable	Lentamente Biodegradable
Residuos de comida	Si	
Periódicos	Si	
Papel de oficina	Si	
Cartón	Si	
Plásticos		Si
Textiles		Si
Goma		Si
Cuero		Si
Residuos de jardín		Si
Madera		Si

Fuente: Tchobanoglous G. –Theisen H. (1997) “Gestión Integral de Residuos Sólidos”

CÁLCULOS EFECTUADOS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE UNA PLANTA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

7.1. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Resulta de suma importancia estimar la población futura que tendrá una ciudad durante los años siguientes, a fin de calcular la cantidad de RSM que se deberá disponer diaria y anualmente a lo largo de la vida útil del relleno sanitario. Sin embargo, este proyecto es desarrollado en un mercado, cuya población no irá aumentando a lo largo de los años, debido a que no son hogares sino puestos de venta que poseen un solo propietario, y estos cuentan como un habitante por puesto y no tendrá índice de crecimiento.

Tabla 11. Proyección de la población en el MTA

Población	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Habitantes	3151	3151	3151	3151	3151	3151	3151	3151	3151	3151

7.2. ESTUDIO DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

- a) El estudio de generación de RSM se realizó de acuerdo a los parámetros establecidos por el CONAM, en su guía PIGARS con algunas consideraciones hechas para adecuarse a las condiciones reales presentadas.

A continuación se presentan en la Tabla 9, con los 18 valores que corresponden a la generación per cápita de cada puesto participante. Cada valor se obtuvo de los valores pesados de los puestos participantes (durante los 7 días que dura la prueba).

- b) Estadísticas de muestra

A continuación se muestran en la tabla 9, los valores estadísticos de las muestras obtenidas.

Tabla 12. Generación per-cápita de los“18”puestos participantes

Puesto	Kg/hab-día	Puesto	Kg/hab-día	Puesto	Kg/hab-día
1	1,695	7	1,825	13	7,233
2	1,965	8	0,904	14	2,073
3	0,790	9	2,326	15	2,864
4	0,898	10	2,622	16	1,876
5	0,587	11	1,977	17	4,964
6	1,496	12	3,895	18	2,633

Tabla 13. Estadísticas de muestra

Media “ \bar{X} ”	Desviación estándar “S”	Varianza “ s^2 ”
2,312	1,586	2,516

Se tiene entonces que la generación per cápita para el mercado Túpac Amaru es de 2,312 Kg/puesto-día, y para el año 2018 se tiene una población de 3151 comerciantes por lo que se estima una producción de 7, 285 toneladas por día de residuos sólidos.

7.3. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR EL MERCADO TÚPAC AMARU

Es conveniente estimar las cantidades de residuos que la población genera a través de la producción per cápita.

La cantidad de residuos sólidos generados y que se recolectaron en el mercado Túpac Amaru, son de suma importancia para determinar el cumplimiento del programa general de gestión de residuos sólidos (almacenamiento, recolección, transferencia, posibilidades de reutilización y disposición final).

Una variable necesaria para dimensionar los procesos de almacenamiento, recolección, posibilidades de reutilización y la disposición final es la llamada producción per-cápita (ppc). Este parámetro asocia el tamaño de la población y las actividades comerciales, institucionales, educativas y de limpieza pública.

7.4. DENSIDAD

Siendo la densidad una relación del peso de los residuos sólidos con respecto a su volumen, es importante identificar la densidad de los residuos sólidos sueltos y compactados. Para ello es necesario realizar el siguiente procedimiento:

- Acondicionar un recipiente cilíndrico.
- Tomar al azar cualquier bolsa ya registrada y pesada, luego se procede a vaciar el contenido en el recipiente, y así sucesivamente hasta que el recipiente este lleno.
- Medimos la altura libre, altura total y el diámetro del recipiente. Registrando la información obtenida.
- Para la densidad compactada se procede a compactar los RSM lo más posible que se pueda. Luego se seguirán los mismos pasos anteriores de medida.
- Se repite los mismos pasos hasta obtener unos cinco datos para sacar un promedio.

La densidad o el peso volumétrico de los RSM es otro parámetro importante para el diseño del sistema de disposición final de residuos. En la Región, se tienen valores de entre 300 y 600 kilogramos por metro cúbico para la basura suelta, es decir, en el recipiente; tales valores son mayores que los que presentan los países industrializados.

Se determina la densidad de los residuos sólidos urbanos en el mercado Túpac Amaru de acuerdo a la siguiente fórmula. (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$\rho = \frac{m}{v}$$

- Para residuos sin compactar:

Masa de los RSM = 9,523 Kg

Volumen = 0,028023 m³

Densidad = ?

$$\rho = \frac{9,523 \text{ Kg}}{0,028023 \text{ m}^3} = 339,823 \text{ Kg/m}^3$$

- Para residuos compactados:

Masa de los RSM = 12,747 Kg de RS

Volumen = 0,028023 m³ de RS

Densidad = ?

$$\rho = \frac{12,747 \text{ Kg}}{0,028023 \text{ m}^3} = 454,876 \text{ Kg/m}^3$$

7.5. PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PROYECTADO (PPC)

La cantidad diaria de residuos sólidos que genera la población de 3151 habitantes del mercado Túpac Amaru cuya generación se estimó en: (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$ppc = \frac{\text{cantidad de residuos}}{\text{población}} \quad \text{Ec. (2)}$$

$$ppc_1 = ppc * (1,005) \quad \text{Ec. (3)}$$

Con la ecuación 3, se efectúa la proyección de los residuos sólidos per cápita para los siguientes 10 años. Se estima que la producción per cápita aumenta en 0,5% anual. Entonces:

$$ppc_2 = 2,312 * (1,005) = 2,324$$

$$ppc_3 = 2,324 * (1,005) = 2,335$$

Y así sucesivamente se calcula para los demás años (columna 2 de la tabla 12)

La producción anual se calcula multiplicando la producción diario de residuos sólidos (ppc) por los 365 días del año. (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$DS_{anual} = \frac{2,312 \text{ Kg}}{pob - \text{día}} * 3151 \text{ pob} = 7285 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

Los datos proyectados se observan en la tabla 11, columnas 3, 4 y 5.

Tabla 14. Generación de residuos sólidos en el mercado Túpac Amaru

Año	Población (Hab.)	PPC Kg/hab-día	Cantidad de residuos sólidos		
			Diaria (Kg/día)	Anual (t)	Acumulado (t/año)
columnas	1	2	3	4	5
2018	3151	2,312	7285,112	2659	2659
2019	3151	2,324	7322,924	2673	5346
2020	3151	2,335	7357,585	2686	8032
2021	3151	2,347	7395,397	2699	10731
2022	3151	2,359	7433,209	2713	13444
2023	3151	2,370	7467,870	2726	16170
2024	3151	2,382	7505,682	2740	18910
2025	3151	2,394	7543,494	2753	21663
2026	3151	2,400	7562,400	2760	24423
2027	3151	2,418	7619,118	2781	27204

7.6. VOLUMEN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Con los datos obtenidos en la tabla 11, anexo 7.5 se dedujo el volumen total de los residuos sólidos del mercado Túpac Amaru.

El volumen total de los residuos sólidos que genera el MTA, permite el diseño adecuado de frecuencia y número de unidades de recolección, número y capacidad de contenedores y el diseño de infraestructura necesaria para la disposición final y el cálculo de la vida útil del relleno sanitario a construir, además sirve para el cálculo del área requerida.

La columna 6 de la tabla 12, se ha calculado teniendo en cuenta la densidad y la masa diaria de acuerdo a lo siguiente: (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$\rho = \frac{m}{v}, \quad v = \frac{m}{\rho}$$

$$v = \frac{7285,112 \text{ Kg/día}}{454,876 \text{ Kg/m}^3} = 16,016 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \approx 16 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

7.7. MATERIAL DE COBERTURA

El material de cobertura es la tierra necesaria para cubrir los residuos recién compactados y se calcula como 20% del volumen de basura recién compactado (ecuación 5, columna 7), de la tabla 12, así: (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$m. c. = V_{\text{diario compactado}} * (0,20 \text{ o } 0,25) \quad \text{Ec. (5)}$$

- Para el primer año: $m. c. = 16 \times 0.20 = 3,203$
- Para el segundo año: $m. c. = 16,099 \times 0.20 = 3,220$

De igual manera se efectúa la proyección para los siguientes años.

Tabla 15. Generación del volumen de residuos sólidos del mercado Túpac Amaru

Año	Compactados				Relleno sanitario	
	Diario m ³	m. c. m ³ /día	Anual m ³	m. c. m ³ /año	(DS + m.c.) Anual (m ³ /año)	Acumulado m ³
Columna	6	7	8	9	10	11
2018	16	3,203	5840	1169,095	5600,871	5600,871
2019	16,099	3,220	5876,135	1175,300	5630,079	11230,950
2020	16,175	3,235	5903,875	1180,775	5656,639	16887,589
2021	16,258	3,252	5934,170	1186,980	5685,847	22573,436
2022	16,341	3,268	5964,465	1192,820	5714,689	28288,125
2023	16,417	3,283	5992,205	1198,295	5741,249	34029,374
2024	16,501	3,300	6022,865	1204,500	5770,457	39799,831
2025	16,584	3,317	6053,160	1210,705	5799,664	45599,495
2026	16,625	3,325	6068,125	1213,625	5814,085	51413,580
2027	16,750	3,350	6113,750	1222,750	5857,713	57271,293

7.8. CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA

Con el volumen se estimó el área requerida para la construcción del relleno sanitario, con la profundidad o altura que tendría el relleno que será de 3 m.

El relleno sanitario manual se proyectó para diez años. Este tiempo se llama “vida útil o periodo de diseño”.

El área requerida para la construcción de un relleno sanitario manual depende principalmente de factores como:

- Cantidad de RSM que se deberá disponer.
- Cantidad de material de cobertura.
- Densidad de compactación de los RSM.
- Profundidad o altura del relleno sanitario.
- Áreas adicionales para obras complementarias.

A partir de la ecuación 6, anexo G.8, podremos estimar las necesidades de área, así:

$$A_{RS} = \frac{V_{RS}}{h} \quad Ec. (6)$$

Dónde:

V_{RS} = Volumen de los residuos sólidos

h = Altura o profundidad del relleno sanitario

Se ha utilizado 3 m de altura del relleno sanitario para el MTA, para encontrar el área total del relleno sanitario se utiliza el 30% del valor del relleno sanitario.

$$A_T = F + A_{RS} \quad Ec. (6)$$

Se reemplaza los valores en la ecuación y se tiene:

- Primer año: $\frac{5600,871}{3} = 1866,957 + 1866,957(0,30) = 2427,044$
- Segundo año: $\frac{5630,079}{3} = 1876,693 + 1876,693(0,30) = 2439,701$

Tabla 16. Área requerida

Años	Área requerida	
	Relleno sanitario m ²	Área total m ²
columnas	12	13
2018	1866,957	2427,044
2019	1876,693	2439,701
2020	1885,546	2451,210
2021	1895,282	2463,867
2022	1904,896	2476,365
2023	1913,750	2487,875
2024	1923,416	2500,441
2025	1933,221	2513,188
2026	1938,028	2519,437
2027	1952,571	2538,342

7.9. PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas más importantes son: el contenido de humedad, el volumen y el peso específico.

- **CONTENIDO DE HUMEDAD**

Para cálculo del contenido de humedad de los residuos, se utilizará el método peso-húmedo y la ecuación (8). (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$M = \frac{w - d}{w} \times 100 \quad \text{Ec. (8)}$$

Dónde:

M = Contenido de humedad en porcentaje

W = Peso inicial de la muestra

d = Peso de la muestra después de secarse

El contenido de humedad de los residuos sólidos emplazados en el vertedero dan origen a la segregación de lixiviados, los que se ven incrementados en época de avenidas; dichos lixiviados al no ser tratados producen contaminación en los cuerpos de agua subterráneos y superficiales, y en los suelos.

Aplicando la ec. 8, se tendrá que el contenido de humedad del residuo sólido, en la tabla 14 se muestra la estimación del peso seco a obtener y poder aplicar la ec. 8.

Tabla 17. Contenido de humedad

Componentes	RSM Total t/día	Porcentaje en Peso	Contenido de Humedad Porcentaje	Peso Seco t/día
ORGÁNICOS				
Residuos de Comida	3,0945	42,4777	70	0,9284
Papel	0,7554	10,3693	6	0,7101
Cartón	0,7024	9,6417	5	0,6673
Plásticos	0,6964	9,5594	2	0,6825
Residuos de jardín	1,2529	17,1984	60	0,5012
Madera	0,2846	3,9067	20	0,2277
INORGÁNICOS				
Vidrio	0,0588	0,8071	2	0,0576
Otros Metales	0,0425	0,5834	3	0,0412
Suciedad, cenizas, etc.	0,3975	5,4564	8	0,3657
Total	7,2850	100		4,1817

7.10. PROPIEDADES QUÍMICAS

La información sobre la composición química de los componentes que conforman los residuos sólidos es importante para evaluar una futura opción de procesamiento y recuperación.

- **COMPOSICIÓN QUÍMICA**

Tomando como base la composición elemental de los residuos sólidos del mercado Túpac Amaru, se obtuvo la composición química que permitirá evaluar las opciones de procesamiento y recuperación, utilizando las formulas empíricas que a continuación se detallan, las fórmulas químicas empíricas para efectuar estos cálculos se encuentran en la pág. 24 (Tchobanoglous G. – Theisen H., 1997).

Fórmula química con azufre

Sin agua $C_{586}H_{934}O_{248}N_{12}S$ (para cálculo en base seca)

$C_{586}H_{934}O_{248}N_{12}S$	P.A.	
→	$32,01 * 1$	$= 32,01$
→	$14,01 * 12$	$= 168,12$
→	$16,00 * 248$	$= 3968$
→	$1,01 * 934$	$= 943,34$
→	$12,01 * 586$	$= 7037,86$

		Kg = 12149,33

Se efectúan los cálculos con los datos de la tabla 14 peso seco Kg/día, para determinar cada componente de los residuos sólidos que se muestra en la tabla 15.

- Para el carbono en los residuos de comida

$$12149,33 \text{ Kg} \text{ ----- } 7037,86 \text{ Kg de C}$$

$$928,4 \text{ Kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{7037,86 * 928,4}{12149,33}$$

$$X = 537,8033 \text{ Kg de C}$$

- Para el hidrógeno en los residuos de comida

$$12149,33 \text{ Kg} \text{ ----- } 943,34 \text{ Kg de H}$$

$$928,4 \text{ Kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{943,34 * 928,4}{12149,33}$$

$$X = 72,0860 \text{ Kg de H}$$

- Para el oxígeno en los residuos de comida

$$12149,33 \text{ Kg} \text{ ----- } 3968 \text{ Kg de O}$$

$$928,4 \text{ Kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{3968 * 928,4}{12149,33}$$

$$X = 303,2176 \text{ Kg de O}$$

- Para el nitrógeno en los residuos de comida

$$12149,33 \text{ Kg} \text{ ----- } 168,12 \text{ Kg de N}$$

$$928,4 \text{ Kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{168,12 * 928,4}{12149,33}$$

$$X = 12,8470 \text{ Kg de N}$$

- Para el azufre en los residuos de comida

$$12149,33 \text{ Kg} \text{ ----- } 32,01 \text{ Kg de S}$$

$$928,4 \text{ Kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{32,01 * 928,4}{12149,33}$$

$$X = 2,4461 \text{ Kg de S}$$

De igual manera se realiza el cálculo, para los demás compuestos.

Tabla 18. Composición química en base seca

COMPONENTES	Peso Húmedo Kg/día	Peso Seco Kg/día	Composición Kg				
			C	H	O	N	S
ORGÁNICOS							
Residuos de Comida	3094,53	928,4	537,8033	72,0860	303,2176	12,8470	2,4461
Papel	755,40	710,1	411,3465	55,1389	231,9203	9,8262	1,8709
Cartón	702,35	667,3	386,5533	51,8155	217,9418	9,2340	1,7581
Plásticos	696,40	682,5	395,3584	52,9958	222,9061	9,4443	1,7982
Residuos de Jardín	1252,87	501,2	290,3350	38,9180	163,6931	6,9355	1,3205
Madera	284,61	227,7	131,9020	17,6808	74,3674	3,1509	0,5999
Sub total	6786,16	3717,2	2153,299	289,635	1214,046	51,438	9,794
INORGÁNICOS							
Vidrio	58,83	57,6	33,3665	4,4726	18,8123	0,7971	0,1518
Otros Metales	42,51	41,2	23,8663	3,1992	13,4560	0,5701	0,1086
Suciedad, cenizas, etc.	397,51	365,7	211,8426	28,3964	119,4385	5,0605	0,9635
Sub total	498,85	464,5	269,075	36,068	151,707	6,428	1,224
Total	7285,00	4181,7	2422,374	325,703	1365,753	57,866	11,018

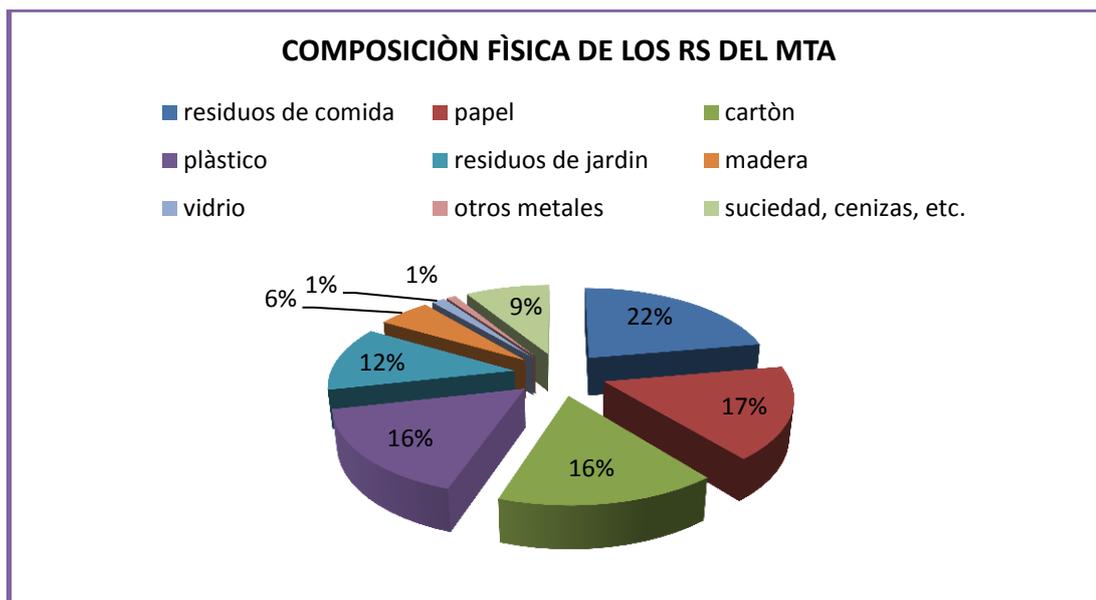


Figura 67. Composición física de los residuos sólidos del MTA

La figura 67 nos indica los porcentajes de composición física de los residuos sólidos en base seca siendo los datos más relevantes: en un 22% de residuos de comida, en un 17% papel, en 16% plásticos y también en el mismo porcentaje cartón, así también podemos mencionar en un 12% los residuos de jardín.

Tabla 19. Composición química en base húmeda

COMPONENTES	Peso Húmedo Kg/día	Composición Kg				
		C	H	O	N	S
ORGÁNICOS						
Residuos de Comida	3094,53	1792,598	240,289	1010,681	42,821	8,153
Papel	755,40	437,588	58,656	246,715	10,453	1,990
Cartón	702,35	406,857	54,537	229,389	9,719	1,850
Plásticos	696,40	403,410	54,075	227,446	9,637	1,835
Residuos de Jardín	1252,87	725,762	97,285	409,190	17,337	3,301
Madera	284,61	164,869	22,100	92,954	3,938	0,750
Sub total	6786,16	3931,084	526,942	2216,375	93,905	17,879
INORGÁNICOS						
Vidrio	58,83	34,079	4,568	19,214	0,814	0,155
Otros Metales	42,51	24,625	3,301	13,884	0,588	0,112
Suciedad, cenizas, etc.	397,51	230,269	30,866	129,828	5,501	1,047
Sub total	498,85	288,973	38,735	162,926	6,903	1,314
Total	7285,00	4220,057	565,677	2379,301	100,809	19,193

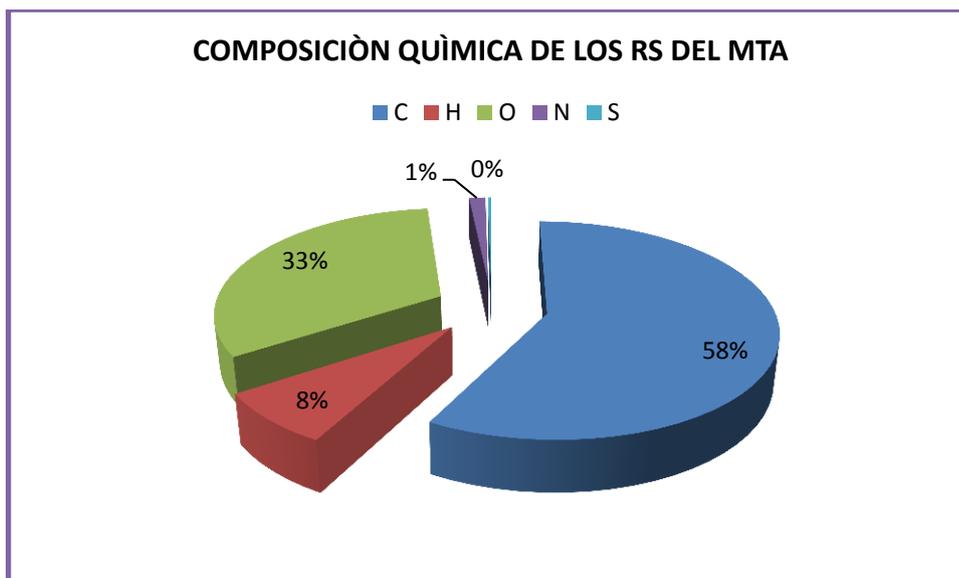


Figura 68. Composición química de los RS en base húmeda

La figura 68 indica la composición química de los residuos sólidos en base húmeda, producidos en el MTA, del cual el 58% corresponde al carbono, el 33% corresponde al oxígeno, el 8% corresponde al hidrógeno, el 1% para nitrógeno y un 0% para azufre.

Tabla 20. Distribución potencial de los elementos

Componentes	Peso Kg	
	Sin H ₂ O	Con H ₂ O
Carbón	2422,374	4220,057
Hidrógeno	325,703	565,677
Oxígeno	1365,753	2379,301
Nitrógeno	57,866	100,809
Azufre	11'018	19,193

Se calcula la composición molar de los elementos lentamente y rápidamente descomponibles, para determinar las formulas químicas sin azufre, se utiliza la tabla 17.

Para los cálculos de la descomposición molar se utiliza la siguiente formula: (Tchobanoglous – Theisen , 1997).

$$n = \frac{m}{P.M.}$$

Dónde:

n = Número de moles

m = Masa en g

P.M. = Peso molecular

Tabla 21. Composición de los RS rápidamente y lentamente descomponibles

Componentes	Peso Seco Kg/día	Composición Kg				
		C	H	O	N	S
Rápidamente descomponible						
Residuos de comida	928,4	537,8033	72,0860	303,2176	12,8470	2,4461
Papel	710,1	411,3465	55,1389	231,9203	9,8262	1,8709
Cartón	667,3	386,5533	51,8155	217,9418	9,2340	1,7581
Residuos de jardín	501,2	290,3350	38,9180	163,6931	6,9355	1,3205
TOTAL	2807,0	1626,038	217,958	916,773	38,843	7,396
Lentamente descomponibles						
Plásticos	682,5	395,3584	52,9958	222,9061	9,4443	1,7982
Madera	227,7	131,9020	17,6808	74,3674	3,1509	0,5999
TOTAL	910,2	527,261	70,6766	297,2735	12,5952	2,3981

$$n = \frac{m}{P.M.}$$

- a) Se efectúan los cálculos diferentes componentes, por ejemplo, para el carbono rápidamente descomponible, tenemos:

$$n = \frac{1626,038}{12,01} = 135,39$$

- b) Se continúa con el cálculo de la composición molar de los demás elementos, los cuales se detallan en la tabla 18.

Tabla 22. Composición molar de los elementos

g/mol	C	H	O	N	S
	12,01	1,01	16	14,01	32,01
Rápidamente Descomponible	135,39	215,80	57,30	2,77	0,23
Lentamente Descomponible	43,90	69,98	18,58	0,90	0,07

Las tablas siguientes de fracción orgánica son importantes, pues con los datos hallados en dichas tablas se calculará la fórmula empírica de los residuos sólidos y la cantidad de gas que éstos generarán.

Tabla 23. Determinación de la fórmula empírica

Componente	Relación mol (nitrógeno = 1)	
	Rápidamente descomponible	Lentamente descomponible
C	48,88	48,78
H	77,91	77,76
O	20,69	20,64
N	1,0	1,0

- c) Los cálculos se efectuaron con los datos de la tabla 19, de la siguiente manera:
- Para el carbono rápidamente descomponible:

$$C = \frac{\text{peso del carbono (g/mol)}}{\text{peso del nitrógeno (g/mol)}} = \frac{135,39}{2,77} = 48,88$$

De la misma manera se realizan los demás cálculos para los demás elementos.

- d) Las fórmulas químicas sin azufre obtenidas son:

Rápidamente descomponibles: $C_{48,88}H_{77,91}O_{20,69}N_1$

Lentamente descomponibles: $C_{48,78}H_{77,76}O_{20,64}N_1$

Las fórmulas a utilizar para los cálculos, serán:

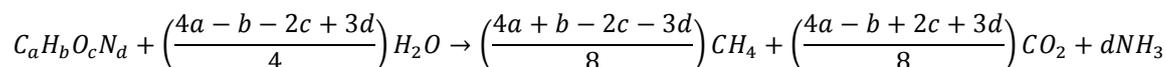
Rápidamente descomponibles: $C_{49}H_{78}O_{21}N$

Lentamente descomponibles: $C_{49}H_{78}O_{21}N$

7.11. CANTIDAD DE GAS QUE SE GENERA DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS CONSTITUYENTES ORGÁNICOS

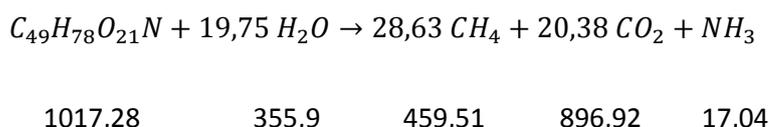
Se puede conceptuar un relleno sanitario de residuos sólidos como un reactor bioquímico, con sólidos y agua como entradas principales, y con gases de vertedero y lixiviado como principales salidas.

El volumen de los gases emitidos durante la descomposición anaerobia se estimó con la fórmula generalizada $C_aH_bO_cN_d$, entonces se calculó el volumen total del gas utilizando la siguiente ecuación, suponiendo la conversión completa de los residuos orgánicos biodegradables en CO_2 y CH_4 . (Tchobanoglous – Theisen , 1997).



- **Cálculo rápidamente descomponible de los residuos sólidos**

Para estos cálculos se utilizó la siguiente reacción, previamente balanceada:



- **Cálculo del volumen de metano, dióxido de carbono y amoníaco producido.**

Se determinó los gases de metano y dióxido de carbono de la siguiente manera:

Los pesos específicos son:

$$CH_4 = 0,717 \text{ Kg/m}^3$$

$$CO_2 = 1,977 \text{ Kg/m}^3$$

$$NH_3 = 0,771 \text{ Kg/m}^3$$

a) CH₄:1017,28 Kg de CHON ----- 459,51 Kg de CH₄

2807 Kg de CHON ----- X

$$X = \frac{2807 \times 459,51}{1017,28} = 1267,93 \text{ Kg de CH}_4$$

$$V_{CH_4} = \frac{1267,93}{0,717} = 1768,39 \text{ m}^3 \text{ de CH}_4$$

b) CO₂:1017,28 Kg de CHON ----- 896,92 Kg de CO₂

2807 Kg de CHON ----- X

$$X = \frac{2807 \times 896,92}{1017,28} = 2474,89 \text{ Kg de CO}_2$$

$$V_{CO_2} = \frac{2474,89}{1,977} = 1251,84 \text{ m}^3 \text{ de CO}_2$$

c) NH₃:1017,28 Kg de CHON ----- 17,04 Kg de NH₃

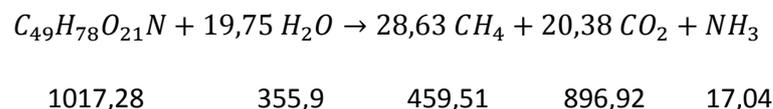
2807 Kg de CHON ----- X

$$X = \frac{2807 \times 17,04}{1017,28} = 47,02 \text{ Kg de NH}_3$$

$$V_{NH_3} = \frac{47,02}{0,771} = 60,98 \text{ m}^3 \text{ de NH}_3$$

- **Cálculo lentamente descomponible de los residuos sólidos**

Para estos cálculos se utilizó la siguiente reacción, previamente balanceada:



- **Cálculo del volumen de metano, dióxido de carbono y amoníaco producido.**

Se determinó los gases de metano y dióxido de carbono de la siguiente manera:

Los pesos específicos son:

$$CH_4 = 0,717 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{CO}_2 = 1,977 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{NH}_3 = 0,771 \text{ Kg/m}^3$$

d) CH_4 :

$$1017,28 \text{ Kg de CHON} \text{ ----- } 459,51 \text{ Kg de CH}_4$$

$$910,2 \text{ Kg de CHON} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{910,2 \times 459,51}{1017,28} = 411,14 \text{ Kg de CH}_4$$

$$V_{\text{CH}_4} = \frac{411,14}{0,717} = 573,42 \text{ m}^3 \text{ de CH}_4$$

e) CO_2 :

$$1017,28 \text{ Kg de CHON} \text{ ----- } 896,92 \text{ Kg de CO}_2$$

$$910,2 \text{ Kg de CHON} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{910,2 \times 896,92}{1017,28} = 802,51 \text{ Kg de CO}_2$$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{802,51}{1,977} = 405,92 \text{ m}^3 \text{ de CO}_2$$

f) NH_3 :

$$1017,28 \text{ Kg de CHON} \text{ ----- } 17,04 \text{ Kg de NH}_3$$

$$910,2 \text{ Kg de CHON} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{910,2 \times 17,04}{1017,28} = 15,25 \text{ Kg de NH}_3$$

$$V_{\text{NH}_3} = \frac{15,25}{0,771} = 19,77 \text{ m}^3 \text{ de NH}_3$$

7.12. COMPOSICIÓN, FORMACIÓN DEL CONTROL DEL LIXIVIADO EN EL VERTEDERO

El lixiviado es el líquido que se filtra a través de los residuos sólidos y que extrae materiales disueltos o en suspensión.

En la mayoría de los rellenos sanitarios el lixiviado está formado por el líquido que entra en el vertedero desde fuentes externas, fundamentalmente el agua aportada por la humedad de los residuos, por la lluvia y por infiltraciones hacia la celda de disposición.

El volumen del lixiviado esta fundamentalmente en función de las precipitación pluvial. No solo la escorrentía puede generarlo, también las lluvias que caen en el área del relleno hacen que su cantidad aumente, ya sea por la precipitación directa sobre los residuos depositados o por el aumento de infiltración a través de las grietas del terreno.

Durante los climas de lluvias se produce la infiltración del agua en las celdas de rellenos sanitarios, pudiendo llegar a saturar los residuos confinados y generar lixiviados con altas concentraciones de materiales contaminantes. (RAMÍREZ R., 2014)

Para la estimación de la generación de los lixiviados se utilizó la siguiente tabla de producción de aguas lixiviadas en situaciones diferentes, desarrollado por el Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica DED.

Tabla 24. Producción de aguas lixiviadas en un relleno sanitario

Tipo de relleno	Producción de aguas lixiviadas (% de la precipitación)	Producción de aguas lixiviadas		
		Precipitación 700 mm/año	Precipitación 1500 mm/año	Precipitación 3000 mm/año
Relleno manual	60	11,51	24,66	49,32
Relleno compactado por maquinaria liviana	40	7,67	16,44	32,88
Relleno compactado por maquinaria pesada	25	4,79	10,27	20,55

Fuente: Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica DED 2011

- Para el cálculo de la cantidad de lixiviado se tomó en cuenta el porcentaje de precipitación pluvial y en función de un factor de generación en $\text{m}^3/\text{año}$.
 - Precipitado anual en Cabanillas : 845 mm
 - Área anual del relleno : 2427,0044 m^2
 - Tipo de relleno : Relleno Manual

- Cálculo del lixiviado

$$845 \text{ mm} \times 0,60 = 507 \text{ mm}$$

$$507 \text{ mm} \times 2427,0044 \text{ m}^2 = 1230,491 \text{ m}^3/\text{año}$$

Cantidad de lixiviado= 1230,491 $\text{m}^3/\text{año}$

La cantidad de lixiviado calculado es un dato promedio que fue calculado a partir de una precipitación pluvial promedio de los últimos 5 años en el distrito de Cabanillas, éste dato puede variar debido al cambio climático que se presentan en los últimos años.

ANEXO 8. ENCUESTAS REALIZADAS

**ENCUESTA PARA LOS COMERCIANTES DEL MERCADO TÚPAC AMARU
(MTA)**

Estimado Sr. (a):

Este cuestionario de investigación está destinado a la evaluación del potencial y la adecuación de los productos de las necesidades específicas de la gestión ambiental, los resultados de esta investigación servirán para fortalecer mi tesis.

Marque con una "X la respuesta que corresponda en su caso:

DATOS GENERALES

F1. Dígame por favor, ¿Qué edad tiene UD.? ----- (ANOTAR EDAD EXACTA Y MARCAR RANGO)

De 16 a 25 De 26 a 40 De 41 a 60 Mas de 60

F2. Genero. Femenino Masculino

F3. ¿Qué grado de instrucción posee UD.?

Primaria Universitario

Secundaria Maestría

Técnico Doctorado

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

F4. Sabe UD. ¿Qué son los Residuos Sólidos?

Si No No sé

Deja tu opinión: -----

F5. Sabe UD. ¿Qué es el efecto invernadero y el calentamiento global?

Si No No sé

Deja tu opinión: -----

F6. Sabe UD. ¿Qué es reciclaje de desechos?

Si No No sé

Deja tu opinión: -----

F7. Sabe UD. ¿Qué materiales o artículos se podrían reciclar dentro del MTA? *Más de una opinión*

- Papel () Vidrio () Otros: -----
 Plástico () Latas-Aluminio ()
 Cartón () Madera ()

F8. Sabe UD. ¿Qué es la gestión ambiental?

- Si () No () No sé ()

Deja tu opinión: -----

ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN

Marque con una “X” la respuesta que corresponda en su caso:

P1. ¿Cuán importante cree que son las cuestiones ambientales para la Municipalidad?

- Poco importante () Importante () Muy importante ()

P2. ¿Alguna vez ha llegado a tus manos un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la Municipalidad?

- Si () No ()

P3. ¿Qué tan importante cree que sería realizar un proyecto de reciclaje en el MTA que comprometa a todos los comerciantes y a la comunidad aledaña a este?

- Poco importante () Importante () Muy importante ()

P4. ¿Alguna vez has recibido algún curso sobre estrategias de educación ambiental o preservación del medio ambiente?

- Si () No () No sé ()

¿Cuál es? : -----

ACTITUD HACIA LA GESTIÓN AMBIENTAL

Marque con una “X” si está de acuerdo o en desacuerdo con cada una de las afirmaciones:

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
A1. ¿Los profesionales tienen conciencia y preocupación por el medio ambiente?				
A2. ¿A la municipalidad le interesa que la población				

desarrolle una conciencia ambiental?				
A3. ¿Cree que los temas relacionados a la preservación del medio ambiente son importantes?				
A4. ¿El MTA debería invertir dinero en los programas de gestión y control ambiental, como por ejemplo reciclaje?				
A5. ¿Cree que sería bueno que el MTA implemente un programa o proyectos de reciclaje?				
A6. ¿Le gustaría saber más sobre el reciclaje?				
A7. ¿Preocuparse por temas ambientales puede ser una ventaja competitiva para el MTA?				
A8. ¿Se debería realizar charlas, conferencias y demás, sobre temas ambientales?				
A9. ¿Se siente comprometido con los temas ambientales y de la protección al medio ambiente en el MTA?				

**ENCUESTAS PARA ESTUDIANTES, PROFESORES, ADMINISTRATIVOS Y
OTROS**

Este cuestionario está destinado a la evaluación de la gestión y cuidado ambiental en el mercado Túpac Amaru (MTA): Solicito, por tanto, que todas sus respuestas sean las más sinceras posibles y que reflejen el sentir y pensar.

Marque con una "X" la respuesta que corresponda en su caso:

DATOS GENERALES

F1. Dígame por favor, ¿Qué edad tiene UD.? ----- (ANOTAR EDAD EXACTA Y MARCAR RANGO)

Menos de 16 () De 16 a 25 () De 26 a 40 ()

De 41 a 60 () Mas de 60 ()

F2. Género: Femenino () Masculino ()

F3. ¿Qué grado de instrucción posee UD.?

Primaria () Universitario ()

Secundaria () Maestría ()

Técnico () Doctorado ()

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

F4. Sabe UD. ¿Qué son los Residuos Sólidos?

Si () No () No sé ()

Deja tu opinión: -----

F5. Sabe UD. ¿Qué es el efecto invernadero y el calentamiento global?

Si () No () No sé ()

Deja tu opinión: -----

F6. Sabe UD. ¿Qué es reciclaje de desechos?

Si () No () No sé ()

Deja tu opinión: -----

F7. Sabe UD. ¿Qué materiales o artículos se podrían reciclar dentro del MTA? *Más de una opinión*

Papel Vidrio Otros: -----

Plástico Latas-Aluminio

Cartón Madera

F8. Sabe UD. ¿Qué es la gestión ambiental?

Si No No sé

Deja tu opinión: -----

ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN

Marque con una "X" la respuesta que corresponda en su caso:

P1. ¿Cuán importante cree que son las cuestiones ambientales para las autoridades del MTA y para la Municipalidad?

Poco importante Importante Muy importante

P2. ¿Alguna vez ha llegado a tus manos un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la Municipalidad?

Si No

P3. ¿Qué tan importante cree que sería realizar un proyecto de reciclaje en el MTA que comprometa a todos los comerciantes y a la comunidad aledaña a este?

Poco importante Importante Muy importante

P4. ¿Alguna vez has recibido en clase algún curso sobre estrategias de educación ambiental o preservación del medio ambiente?

Si No No sé

¿Cuál es? : -----

P5. ¿Se ha realizado alguna campaña de protección ambiental organizado por el MTA, como el reciclaje de la basura?

Si No No sé

¿Está funcionando? Si No No sé

¿Qué te parece? : -----

P6. ¿Crees que si se implementa un proyecto de reciclaje en el MTA, tanto los comerciantes, vecinos y población concurrente participaría?

Si No No sé

¿Por qué?: -----

ACTITUD HACIA LA GESTIÓN AMBIENTAL

Marque con una "X" si está de acuerdo o en desacuerdo con cada una de las afirmaciones:

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
A1. ¿Los profesionales tienen conciencia y preocupación por el medio ambiente?				
A2. ¿A la municipalidad le interesa que la población desarrolle una conciencia ambiental?				
A3. ¿Cree que los temas relacionados a la preservación del medio ambiente son importantes?				
A4. ¿El MTA debería invertir dinero en los programas de gestión y control ambiental, como por ejemplo reciclaje?				
A5. ¿Cree que sería bueno que el MTA implemente un programa o proyectos de reciclaje?				
A6. ¿Le gustaría saber más sobre el reciclaje?				
A7. ¿Preocuparse por temas ambientales puede ser una ventaja competitiva para la población?				
A8. ¿Se debería realizar charlas, conferencias y demás, sobre temas ambientales?				
A9. ¿Se siente comprometido con los temas ambientales y de la protección al medio ambiente en el MTA?				

ENCUESTA DIRIGIDA HACIA LOS POBLADORES QUE HABITAN EN LAS CERCANIAS AL MERCADO TUPAC AMARU (MTA)

Objetivo:

Determinar la incidencia de los desechos producidos en la calidad de vida de los pobladores que habitan en las cercanías al MTA.

Nota: por favor lea detenidamente y responda las preguntas como usted considere apropiado.

Marque con una "X" la respuesta que corresponda en su caso:

DATOS GENERALES

F1. Dígame por favor, ¿Qué edad tiene UD.? ----- (ANOTAR EDAD EXACTA Y MARCAR RANGO)

Menos de 16 () De 16 a 25 () De 26 a 40 ()
De 41 a 60 () Mas de 60 ()

F2. Género: Femenino () Masculino ()

F3. ¿Cuántas personas habitan en su hogar? ----- (ANOTAR CANTIDAD EXACTA Y MARCAR RANGO)

Menos de 3 () De 4 a 8 () Mas de 8 ()

F4. ¿Qué grado de instrucción posee UD.?

Primaria () Universitario ()
Secundaria () Maestría ()
Técnico () Doctorado ()

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

F4. Sabe UD. ¿Qué son los Residuos Sólidos?

Si () No () No sé ()

Deja tu opinión: -----

F5. Sabe UD. ¿Qué es el efecto invernadero y el calentamiento global?

Si () No () No sé ()

Deja tu opinión: -----

F6. Sabe UD. ¿Qué es reciclaje de desechos?

Si No No sé

Deja tu opinión: -----

F7. Sabe UD. ¿Qué materiales o artículos se podrían reciclar dentro del MTA? *Más de una opinión*

Papel Vidrio Otros: -----

Plástico Latas-Aluminio

Cartón Madera

F8. Sabe UD. ¿Qué es la gestión ambiental?

Si No No sé

Deja tu opinión: -----

ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN

Marque con una "X" la respuesta que corresponda en su caso:

P1. ¿Qué tipo de desechos considera UD. que se producen en mayor cantidad en el MTA?

- a. Desechos orgánicos (restos de comida, fruta descompuesta, otros)
- b. Desechos inorgánicos (papel, cartón, plásticos, vidrio, telas, otros)

P2. ¿Cuál es la disposición final de la basura producida en su hogar?

- a. Es desalojada al aire libre
- b. Es enterrada en sitio
- c. Es enviada al camión recolector de basura

P3. ¿Cada que intervalo de tiempo a la semana transita el camión recolector de basura en su barrio?

- a. De 1 a 2 veces
- b. De 2 a 3 veces
- c. De 3 a más veces
- d. Todos los días

P4. ¿En su barrio existen sitios adecuados como tachos o islas ecológicas, para el depósito de desechos producidos en su hogar?

- a. Si
- b. No

P5. ¿Conoce UD. sobre algún mecanismo para el reciclaje de desechos?

- a. Si ()
- b. No ()

P6. ¿Conoce UD. que la incidencia de los líquidos (lixiviados) producidos por la basura en descomposición puede causar graves lesiones a nuestra salud?

- a. Si ()
- b. No ()

P7. ¿Conoce que la descomposición de basura al aire libre a parte de generar ecosistemas para plagas como ratas, genera CO₂ que es un gas maligno para la capa de ozono y el aire que consumen los seres vivos?

- a. Si ()
- b. No ()

P8. ¿Considera UD. que el actual botadero de basura de la ciudad de Juliaca está en correcto uso?

- a. Si ()
- b. No ()

P9. ¿Estaría de acuerdo con un incremento al impuesto municipal para mejorar la calidad actual del sistema de manejo de la basura en la ciudad de Juliaca?

- a. Si ()
- b. No ()

P10. ¿UD. podría reusar los desechos orgánicos producidos en su vivienda como mejorador de suelo?

- a. Si ()
- b. No ()