

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

**Segunda Especialización Profesional en Monitoreo y Evaluación
Ambiental**



**“EVALUACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL Y
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS BOTADEROS VECINALES
TEMPORALES DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR: JHON SAUL ROJAS MAMANI

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN
PROFESIONAL EN MONITOREO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL**

PUNO - PERÚ

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

**Segunda Especialización Profesional en Monitoreo y Evaluación
Ambiental**

**EVALUACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL Y
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS BOTADEROS VECINALES
TEMPORALES DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR: JHON SAUL ROJAS MAMANI

**Presentada a la Coordinación de Investigación del Programa de Segunda
Especialización Profesional en Monitoreo y Evaluación Ambiental de la Facultad
de Ingeniería de Minas, para optar el título de Segunda Especialización
Profesional en:**

MONITOREO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

.....
Mg. MARIO SERAFÍN CUENTAS ALVARADO.

PRIMER MIEMBRO

.....
Ing. OWAL ALFREDO VELÁSQUEZ VIZA.

SEGUNDO MIEMBRO

.....
M Sc. ESTEBAN MARÍN PAUCARA.

DIRECTOR DE TESIS

.....
Dr. EUGENIO ALFREDO CÁMAC TORRES.

ASESOR DE TESIS

.....
M Sc. FIDEL HUISA MAMANI.

Puno, 21 de diciembre de 2017

DEDICATORIA

- A la memoria de SHAGUN, mi ángel, motor impulsor de mi vida, por su amor y protección, me acompaña y guía cada día de mi existencia.

- A mi querida familia, el tesoro más grande que pude haber recibido. A mis padres, Raúl Miguel Rojas Cáceres e Isabel Mamani de Rojas, por su apoyo y compañía, por su paciencia y fortaleza, por sus consejos, por mostrarme el amor más fuerte y sublime que pueda existir. A mis hermanos Yojan y Yaneth, por su comprensión y motivación.

- A mis docentes, por su amistad, los momentos y conocimientos compartidos. A mis amigos, por su amistad, ayuda y paciencia para conmigo, y por todo el tiempo que disfrutamos juntos.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano, a la Segunda Especialización en Monitoreo y Evaluación Ambiental de la Facultad de Ingeniería de Minas, a los ingenieros de las diferentes asignaturas por los valiosos conocimientos impartidos. Para mi director de tesis Dr. Eugenio Alfredo Cámac Torres y a mi asesor M Sc. Fidel Huisa Mamani, por la inspiración, paciencia y dedicación al guiarme. A los Ingenieros Mg. Mario Serafín Cuentas Alvarado, Owal Alfredo Velásquez Viza y M Sc. Esteban Marín Paucara por los ingentes aportes proporcionadas a mi investigación.
- Con mucha gratitud a todos los que de una manera u otra, me ayudaron a la culminación de esta investigación, y me dieron con su constancia la fuerza necesaria para llegar hasta el final.
- A mi musa Lizbeth Anyela, por su amor, por ser fuente constante de inspiración y afecto, por su disposición y plena consagración.
- A mis compañeros de la Segunda Especialización, por el tiempo vivido, los buenos y malos momentos compartidos, y su experiencia que fortaleció grandemente mi formación profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE PLANOS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1. Descripción del problema.....	4
1.2. Enunciado del problema	8
1.2.1. Pregunta general.	8
1.2.2. Preguntas específicos.	8
1.3. Objetivos de investigación.....	8
1.3.1. Objetivo general.....	8
1.3.2. Objetivos específicos.	8
1.4. Justificación.....	8
1.5. Hipótesis.....	9
1.5.1. Hipótesis general.....	9
1.5.2. Hipótesis específicas.....	10

CAPÍTULO II**MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

2.1. Marco referencial	11
2.2. Bases teóricas	14
2.2.1. Impacto ambiental.....	14
2.2.2. Evaluación ambiental.....	14
2.2.3. Botaderos de residuos sólidos.	19
2.2.4. Impactos de los botaderos de residuos sólidos.	20
2.2.5. Gestión integral de los residuos sólidos municipales (GIRSM).	22
2.3. Marco conceptual	24

2.4. Marco legal.....	25
-----------------------	----

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación.....	27
3.1.1. Tipo de investigación.....	27
3.1.2. Nivel de investigación.....	27
3.2. Método y diseño de investigación	27
3.2.1. Método de investigación.....	27
3.2.2. Diseño de investigación.....	27
3.3. Población y muestra	28
3.3.1. Población.....	28
3.3.2. Muestra.....	28
3.4. Operacionalización de variables e indicadores	28
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	29
3.5.1. Técnicas e instrumentos para determinar los impactos ambientales.....	29
3.5.2. Técnicas e instrumentos para establecer la distribución de botaderos en la ciudad de Puno.....	30
3.6. Técnicas y procesamiento de información.....	31

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Impactos ambientales cualitativos de los botaderos vecinales temporales de residuos sólidos en la ciudad de Puno.....	32
4.1.1. Identificación de actividades en el botadero vecinal.....	32
4.1.1.1. Disposición de residuos sólidos.....	32
4.1.1.2. Permanencia de residuos sólidos.....	33
4.1.1.3. Segregación de residuos sólidos.....	33
4.1.1.4. Recolección municipal de residuos sólidos.....	33
4.1.2. Identificación de los componentes ambientales.....	33
4.1.2.1. Área y ubicación de estudio.....	33
4.1.2.2. Ambiente físico.....	34
4.1.2.3. Ambiente biológico.....	35
4.1.2.4. Ambiente socioeconómico.....	36
4.1.3. Identificación de impactos ambientales.....	37
4.1.4. Jerarquización de los impactos.....	42

4.2. Distribución espacial de los botaderos vecinales temporales de residuos sólidos en la ciudad de Puno	44
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	54

ÍNDICE DE CUADROS

1	Operacionalización de variables.....	28
2	Escala de significatividad de los impactos evaluados	30
3	Número de impactos por componente ambiental	38
4	Componentes ambientales ordenados según el impacto sufrido	38
5	Impactos generados por las actividades en el botadero vecinal	40
6	Actividades en el botadero vecinal que originan impactos ambientales en forma porcentual	41
7	Distribución de impactos ambientales.....	42
8	Lista de botaderos vecinales identificados en la ciudad de Puno	45
9	Distribución de botaderos por zonas	47

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Tipos de recolección y gestión de residuos sólidos.....	23
2	Significatividad del impacto por componente ambiental.....	39
3	Porcentajes de impactos por ambientes.....	39
4	Significatividad de los impactos por actividades en el botadero vecinal de residuos sólidos	41

ÍNDICE DE PLANOS

1	Mapa de ubicación de botaderos vecinales de residuos sólidos en la ciudad de Puno.....	62
---	-------------------------------------------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE ANEXOS

1	Matriz de identificación de impactos ambientales de los botaderos vecinales.....	55
2	Indicadores utilizados en el método CRI.....	55
3	Matriz de calificación y Valor de Índice Ambiental (VIA) método de Criterios Relevantes Integrados.....	56
4	Matriz resumen de la valoración de impactos ambientales y significancia del impacto	57
5	Panel fotográfico.....	58

RESUMEN

Esta investigación evalúa cualitativamente el impacto ambiental y la distribución espacial de los botaderos vecinales de residuos sólidos en la ciudad de Puno. Los métodos aplicados fueron los Criterios Relevantes Integrados (CRI) para la evaluación cualitativa de impactos ambientales y la georeferenciación de los botaderos vecinales de residuos. Los resultados empíricos confirman que los impactos ambientales generados según los componentes ambientales son de carácter negativo el 62,96 % tanto en el ambiente físico, biológico como en el socioeconómico; mientras que los impactos positivos alcanzan el 37,04 % exclusivamente en el ambiente socioeconómico y la actividad de recolección municipal. Los impactos según las actividades que se realizan en el botadero vecinal de residuos sólidos fueron de carácter negativo, la actividad de “permanencia” alcanzó el mayor impacto con el 33,33 %, seguido de la “disposición” con y la “segregación” con 14,81 % cada uno de ellos. Por último en la jerarquización de impactos podemos concluir en que los impactos generados por los residuos sólidos en la ciudad de Puno son “no significativo”. En cuanto a su la distribución de los botaderos vecinales temporales identificados en la ciudad de Puno son en total 45, distribuidos en las diferentes urbanizaciones y barrios de la zona urbana: el 40 % de los botaderos censados (18 botaderos) se encuentran en la zona norte, el 33,3 % en la zona centro (15 botaderos) y el 26,7 % (12 botaderos) en la zona sur de la ciudad.

Palabras clave: Botadero vecinal temporal, evaluación de impacto ambiental, impacto ambiental de residuos sólidos, Puno, residuos sólidos.

ABSTRACT

This investigation evaluates qualitatively the neighborhood dumpsite environmental impacts and spatial distribution of solid waste at Puno city. The applied methods were the neighborhood dumpsite georeferentiation of solid waste and the Integrated Relevant Criterion (IRC) to qualitative evaluation of environmental impacts. The empiric results confirm that the environmental impacts generated according to the environmental components the 62,96 % are negative impacts on the physical, biological and socioeconomic environment; while the positive impacts reach 37,04 % exclusively in the socioeconomic environment and “municipal collection” activity. The impacts according to the activities that are executed at the solid waste neighborhood dumpsite they were negative, the activity “remaining” reaches the bigger impact with 33,33 %, followed by “disposition” and “segregation” with 14,81 % both of them. Finally about the impact hierarchization we can conclude that the impacts generated by the solid waste at Puno city are “no significant”. About their distribution there are 45 neighborhood dumpsites identified at Puno city, they’re distributed at the different urban zone housing builds and neighborhoods: 40 % dumpsite reported (18 dumpsites) are at the north zone, 33,3 % at the central zone (15 dumpsites) and 26,7 % (12 dumpsites) at the city southern zone.

Keywords: Environmental impact evaluation, temporal neighborhood dumpsite, Puno, solid waste environmental impact, solid waste.

INTRODUCCIÓN

El problema en el manejo de residuos sólidos en la ciudad de Puno, tiene una estrecha relación con la pobreza, las enfermedades y la contaminación ambiental, que en su conjunto significan pérdida de oportunidades en el desarrollo de la sociedad. Los esfuerzos encaminados a consolidar una gestión integral en este campo, permitirán revertir esta relación, cambiándola por otra de mayor valor y más sostenible, que consiste en vincular la gestión integral de los residuos sólidos con las prioridades nacionales de desarrollo.

El crecimiento poblacional sigue siendo significativo, sumándose a ello hábitos de consumo inadecuados, procesos migratorios desordenados y flujos comerciales insostenibles, los cuales inciden en una mayor generación de residuos sólidos cuyo incremento sigue siendo mayor al del financiamiento de los servicios, provocando una situación de riesgo que afecta la salud de las personas y reduce las oportunidades, agudizando la pobreza. La constante presencia, consolidación y expansión de nuevas y tradicionales actividades productivas y extractivas, a través de un conjunto de reformas que estabilizó y le dio un impulso a la economía para un crecimiento sostenido del país, no ha logrado aún traducirse en beneficios palpables en los aspectos social y ambiental, ya que, las brechas subsisten o se incrementan.

Debido al incremento poblacional, se tiene un incremento de la acumulación de residuos sólidos en las zonas urbanas de la ciudad, originándose una recolección deficiente, la que está estrechamente vinculada a la existencia de agentes de contaminación, generando malos olores y aspecto desagradable; asimismo, los escasos recursos humanos capacitados y la falta de educación ambiental y sanitaria a nivel de la población agravan el problema del manejo de residuos sólidos. Con respecto a la salud de la población, se ha establecido que las tres principales causas de morbilidad en la región Puno son: enfermedades respiratorias, enfermedades gastrointestinales y ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias, que en conjunto representan alrededor del 70 % del total de causas de morbilidad y están relacionadas de alguna forma con los sistemas de saneamiento ambiental, siendo uno de sus componentes el manejo de los residuos sólidos.

El manejo de residuos en la ciudad de Puno va adquiriendo mayor importancia, sobre todo en la ciudadanía, enfocándose en la relación presente entre un adecuado sistema de

gestión de residuos sólidos y la protección de la salud y el ambiente. No obstante, muchas veces no se suele dar la debida importancia al hecho de mantener limpia nuestra ciudad, o frecuentemente las personas e instituciones no se logran poner de acuerdo sobre la mejor forma de resolver los problemas del sistema de gestión de residuos sólidos, que debe de ser integrado, como una herramienta para el desarrollo local, es decir, debemos ir gradualmente enfocando la gestión ambiental de residuos sólidos también como una oportunidad de generación de ingresos y empleo.

Con la normativa actual, la gestión y manejo de los residuos sólidos ha tomado dimensiones sociales, ambientales y económicas expectantes en la calidad de vida, en los patrones de consumo y producción, y en hacer negocios por su potencial valor económico. En el año 2000 se promulgó la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, la cual permite organizar y poner en marcha un enfoque integral y sistémico con el fin de reducir los impactos a la salud y al ambiente producto de la contaminación por residuos sólidos. A partir del marco ordenador y su posterior reglamento D.S. N° 057-2004 - PCM, se estructuraron actividades aplicables a todo el ciclo de vida de los residuos sólidos (desde su generación hasta su disposición final) tanto aspectos de manejo (actividades técnico-operativas) como de gestión (actividades administrativo-financieras).

La Evaluación de Impacto de Ambiental (EIA) es un instrumento preventivo que ayuda a identificar, planificar y ejecutar acciones orientadas a prevenir los impactos ambientales y sociales negativos de proyectos de manejo de desechos, para lograr una adecuada gestión integral de residuos que reduzca las cantidades de desechos generadas, maximice la recuperación de los mismos, además de tratar y disponer el restante en forma ambientalmente segura, contribuyendo así a la protección de la salud de las personas y garantizando la utilización prudente y racional de los recursos naturales. El presente documento evalúa los impactos cualitativos de los residuos sólidos urbanos dentro del área de influencia de los botaderos vecinales en la ciudad de Puno, ya que se comparte el interés que actualmente existe a diferentes niveles institucionales y grupos sociales para contribuir al incremento y mejora del conocimiento disponible sobre el impacto ambiental generado por los residuos sólidos y de esta manera ayudar a replantear su gestión y manejo en una de las ciudades más importantes al sur del Perú.

Por lo que el trabajo se desarrolla en cuatro capítulos: el primer capítulo establece el problema de investigación, el segundo capítulo contiene el marco teórico y conceptual,

el tercer capítulo muestra los materiales y métodos utilizados, el cuarto capítulo revela los resultados encontrados por la presente investigación, finalizando con las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El desarrollo económico e industrial se ha caracterizado por una acumulación de la población en los núcleos urbanos, y cambios en los hábitos de consumo hacia productos más elaborados que proporcionan un ahorro de tiempo al consumidor pero que incrementan los residuos, principalmente los envases y embalajes. La sobrepoblación humana y el incremento de sus ingresos conducen a un incremento en la demanda y producción de bienes y por lo tanto más residuos son eliminados al ambiente. Hasta donde nos lo permite conocer la historia, hoy en día nos encontramos en una situación sin precedentes: nuestros espacios de reserva están disminuyendo, y la Tierra parece volverse demasiado pequeña para su creciente población. De este modo es aceptable la previsión, para los próximos 30 años, de un aumento de 3 mil millones de habitantes, llegando a un total de 9 mil millones.

Tal incremento conlleva un aumento del uso de las reservas del planeta, demanda de recursos, productos de diversa índole y los servicios, además de la producción de bienes; las que al ser utilizadas y realizadas generan un excedente y determinan algún nivel de degradación y amenaza a la calidad del ambiente y la salud pública si no son apropiadamente manejadas. Dicho excedente ya no tiene valor de uso, y por lo general se considera que el valor económico también; el que toma el nombre de: “residuos”. Aunque los residuos pueden estar en estado sólido, líquido y gaseoso; sin embargo, los residuos sólidos son los más notorios y pueden ser fácilmente detectados por el hombre.

El aumento de la cantidad de residuos convierte su manejo y gestión en un problema actual que requiere una solución eficaz (desde un punto de vista técnico), para limitar el daño ambiental, y eficiente (desde un punto de vista económico) para conseguir el tratamiento adecuado de los residuos al mínimo coste. Lo cual significa,

que tanto para el volumen de residuos generados como por la conciencia social, ya no se puede desechar los residuos en cualquier lugar en las afueras de los núcleos de población de un medio incontrolado, como se hacía en épocas pasadas. La ineficiencia en la gestión de los residuos sólidos urbanos, se origina por factores socioeconómicos, administrativos y culturales, por lo que es necesario conocer las instituciones del sector vinculadas a la gestión de los residuos sólidos urbanos. La inadecuada gestión de los residuos provoca que estos se descarten indiscriminadamente en botaderos localizados dentro de las áreas urbanas, lo cual es un problema para todos los residentes. Estos botaderos tienen serios problemas inherentes, pudiendo convertirse en amenaza para la salud pública y con efectos ambientales negativos en las áreas donde se las encuentra.

Para comprender de mejor manera la problemática que implica la gestión y manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Puno, se describen uno a uno los problemas que se reportan en las sendas etapas del Manejo de los Residuos Sólidos (MRS). Primeramente en la “generación” de residuos sólidos, precisamente en la frecuencia de generación de residuos sólidos urbanos, de acuerdo a lo establecido a nivel de hogares, se tiene que los componentes que se generan con mayor frecuencia son los residuos de comidas (orgánicos), cuya descomposición acarrea problemas ambientales por los vectores de enfermedad, el papel, plásticos, polvo y tierra (inorgánicos), de la misma forma por su acumulación y largo periodo de degradación; mientras los que se generan con menor frecuencia son los cartones, textiles y telas; finalmente los que son muy eventuales son los jebes, cueros, residuos de jardín, maderas, vidrios, aluminio, otros metales y desmontes (Iwandes, 2003).

En lo referido a la “recolección” de los residuos, la división de Salud Ambiental de la Municipalidad Provincial de Puno, efectúa la recolección de residuos sólidos provenientes de sectores domésticos, comerciales, mercados, centros educativos. Los residuos de las instituciones, universidad y hospitales son transportados por los mismos generadores hacia el vertedero municipal; para ello se cuenta con vehículos compactadoras, volquetes, triciclos, carretas con cilindros y otras. Las condiciones de operatividad de las compactadoras por los años de uso y el escaso presupuesto para su mantenimiento hacen que estas tengan un bajo rendimiento de recolección y elevado consumo de combustible. Los volquetes, están a cargo de la división de obras del municipio, siendo estas unidades retiradas del sistema de recolección cuando lo requiera la unidad a la que pertenecen; dificultando aún más la cobertura de recolección. Los

triciclos, en su mayoría no presentan las condiciones adecuadas y necesarias para brindar un buen servicio de recolección (Iwandes, 2003).

La Municipalidad Provincial de Puno, para la disposición final de sus residuos cuenta con vertederos, los cuales no tienen las condiciones técnicas mínimas para su funcionamiento como vertedero controlado. Los residuos sólidos generados en la ciudad de Puno, al no contar con un sistema de selección en origen ni en la estación de transferencia, son transportados y depositados en el vertedero tal como son recogidos. La deposición final se hace en forma de vertido directo de los volquetes y compactadoras en el vertedero antiguo, en condiciones totalmente antitécnicas. Es preciso indicar que el vertido de residuos no solo es por parte del municipio, sino que las instituciones públicas y privadas transportan sus residuos y los vierten en las partes marginales del vertedero. Los residuos hospitalarios si bien es cierto tienen características de composición similares a los residuos residenciales y comerciales, contienen también residuos de tipo médico con sustancias peligrosas y tóxicas; sin embargo, son vertidos directamente sin ningún control ni tratamiento previo (Iwandes, 2003), situación que hasta el día de hoy no tiene solución, a pesar de los esfuerzos del sector salud y municipal de Puno.

La zona donde se ubica el vertedero, es propiedad de la comunidad de Cancharani, la Municipalidad Provincial de Puno viene utilizando esta área desde el año 1997, existiendo a la fecha reclamos por parte de la comunidad para recuperar dicha área. La composición de los residuos sólidos que genera la ciudad de Puno, contienen un 40,69 % de humedad, la que da origen a un efluente. Por otra parte, la descomposición anaeróbica actúa rápidamente produciendo cambios en la materia orgánica, parte de la cual primero es convertida en líquido y luego de este a gas, es en este momento que cualquier agua proveniente de infiltración o precipitación lixiviara los residuos arrastrando consigo sólidos en suspensión y compuestos orgánicos en solución, esta mezcla heterogénea de un elevado potencial contaminante es lo que se denomina lixiviados o líquidos percolados. La inadecuada construcción del sistema de drenaje, la falta de impermeabilización del fondo y la carencia de obras de recolección de los lixiviados; son las causas que dan origen a la contaminación del agua (Iwandes, 2003). De igual manera, existe un impacto negativo, muy localizado, magnitud permanente, originado por los lixiviados producidos en el vertedero el cual interactúa con la estructura de los suelos ubicados en la parte baja del dique seco.

La contaminación ambiental generada por los botaderos de residuos sólidos implica grandes riesgos sanitarios, influenciados por el deterioro ambiental a causa de sus ingentes concentraciones. La razón fundamental radica en la gestión y manejo inadecuados, que genera contaminación atmosférica, del suelo y agua, influyendo de manera directa en la salud de un importante sector de la población, generalmente la de bajos recursos económicos. La contaminación de aguas superficiales se produce frecuentemente por la descarga en forma clandestina, de líquidos cloacales y del arrojado de residuos de origen doméstico y comercial sobre las riberas del lago Titicaca, incrementando el factor de riesgo epidemiológico por los malos olores provenientes de la descomposición de los desechos orgánicos; los disturbios y enfermedades neuropsíquicas están asociadas con los malos olores, la taquicardia en pobladores que viven en dichas zonas se presenta con una probabilidad mayor que las personas que no están expuestas además, se presentan problema de nerviosismo, irritabilidad, insomnio y cefaleas. La inadecuada construcción del sistema de drenaje, la falta de impermeabilización del fondo y la carencia de obras de recolección de los lixiviados; son las causa que dan origen a la contaminación de las agua superficiales y subterráneas.

De igual manera existe un impacto negativo, muy localizado, de magnitud permanente, originado por los lixiviados producidos en el vertedero el cual interactúa con la estructura de los suelos ubicados en la parte baja del dique seco. Los suelos son alterados en su estructura debido a la acción de los líquidos percolados, que al contaminarlos, los dejan inutilizados por largos periodos de tiempo. La contaminación del suelo también es producto del sedimento de las aguas de inundación y de los anegamientos transitorios debido a las precipitaciones. A su vez la acumulación de residuos en lugares no aptos, trae consigo un impacto paisajístico negativo, constituye un deterioro visual que además de tener en algunos casos asociaciones importantes de riesgo ambiental, pudiendo producir accidentes, tales como explosiones o incendios.

Otros riesgos para la persona humana están relacionados a la transmisión de determinadas enfermedades que pueden producirse por contacto directo con los residuos y de manera indirecta a través de los vectores o transmisores de enfermedades. El factor de riesgo epidemiológico más importante derivado de la contaminación del lago Titicaca por residuos sólidos es la presencia de malos olores provenientes de la descomposición de los desechos orgánicos; los disturbios y enfermedades

neuropsíquicas están asociadas con los malos olores, la taquicardia en pobladores que viven en dichas zonas se presenta con una probabilidad de 5,4 veces más que las personas que no están expuestas, también se presentan problema de nerviosismo, irritabilidad, insomnio; las cefaleas son más frecuentes en la población que vive en zonas del lago con acumulación de residuos orgánicos.

1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

1.2.1. Pregunta general.

¿Cuál es el impacto ambiental y la distribución espacial de los botaderos vecinales temporales de residuos sólidos en la ciudad de Puno?

1.2.2. Preguntas específicos.

- ¿Qué impactos ambientales generan los botaderos vecinales temporales de residuos sólidos en la ciudad de Puno?
- ¿Cuál es la distribución espacial de los botaderos vecinales temporales de residuos sólidos en la ciudad de Puno?

1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general.

Determinar el impacto ambiental y la distribución espacial de los botaderos vecinales temporales de residuos sólidos en la ciudad de Puno.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Identificar los impactos ambientales de los botaderos vecinales de residuos sólidos en la ciudad de Puno mediante evaluación cualitativa.
- Establecer la distribución de los botaderos vecinales de residuos sólidos en la ciudad de Puno por georeferenciación espacial.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad los problemas ambientales generados por los residuos sólidos en las zonas urbanas son mucho más graves de los que gran parte de la población supone y

empeoran cada vez más y en algunas ciudades en forma acelerada. Esta evidencia se aprecia en la ingente cantidad de informes de investigación y de la documentación preparada por una extensa red de instituciones nacionales ambientales y de organismos no gubernamentales y grupos de investigación. La mayoría de estos problemas ambientales y sus inherentes perjuicios a la salud de las personas pueden pasar desapercibidos, o incluso reducidos a un costo relativamente bajo, razón por la cual se subvaloran sus efectos adversos a la salud pública y se nulifican los efectos a la salud ambiental.

La formulación de un estudio diagnóstico de línea base sobre los botaderos de residuos sólidos en la ciudad de Puno, nos permitirá entre otras cosas, establecer un sistema adecuado del manejo de los residuos por parte del municipio, principalmente en la etapa de recolección, permitiendo esta acción la recuperación de materiales y de energía, ya que cada vez se considera a los residuos sólidos un recurso que debe explotarse. Estas actividades a su vez tienen un papel importante en la reducción de las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI).

Por consiguiente, esta investigación nos permite tener una visión panorámica de la problemática ambiental de los botaderos de residuos sólidos, identificando de forma georeferenciada los focos de contaminación dentro de nuestra ciudad, también nos permite diagnosticar los impactos ambientales percibidos por la población. La información obtenida actúa como línea base de diagnóstico para ser utilizado en diferentes proyectos de inversión por parte de instituciones públicas y privadas que pretendan mejorar el manejo de los residuos sólidos municipales. Asimismo, facilita a las instituciones relacionadas al ambiente para que puedan intentar estimar los impactos financieros de la eliminación de los botaderos. Además, brinda la oportunidad de transferir los resultados a otras ciudades que no han sido estudiadas.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general.

La evaluación cualitativa mostrará el impacto ambiental de los botaderos vecinales temporales de residuos sólidos y la georeferenciación espacial su distribución en la ciudad de Puno.

1.5.2. Hipótesis específicas.

- La evaluación cualitativa por el método de Criterios Relevantes Integrados nos facilitará la identificación de los impactos ambientales de los botaderos vecinales temporales de residuos sólidos en la ciudad de Puno.
- La georeferenciación espacial nos permitirá establecer la distribución de los botaderos vecinales temporales de residuos sólidos en la ciudad de Puno.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. MARCO REFERENCIAL

Las investigaciones consultadas se centran en el análisis de los impactos ambientales generados por el inadecuado manejo de los residuos sólidos en rellenos sanitarios, así como también la evaluación de los efectos perniciosos de estos sobre la salud de las personas.

Alam & Ahmade (2013) en la investigación titulada “Impact of solid waste on health and the environment” consideran que el crecimiento de las urbanizaciones y de la población son las responsables del alto incremento de la tasa de generación de residuos sólidos y su apropiado manejo es el mayor problema municipal. En su estudio, las fuentes y componentes de los residuos sólidos fueron identificadas, el tipo y la cantidad de residuos sólidos dispuestos, los métodos de disposición de los residuos sólidos y los impactos del inapropiado manejo de los residuos en la salud fueron resaltados. Sus resultados muestran que las excretas y otros residuos líquidos y sólidos provienen de los hogares y de la comunidad; además, representan una seria amenaza a la salud y la propagación de enfermedades infecciosas.

Pinka, Yan, & Tran (2013) en “Environmental and health impact of solid waste disposal in developing cities: A case study of Granville brook dumpsite, Freetown, Sierra Leone” presentan los resultados de la investigación llevada a cabo en el área municipal de Freetown en Sierra Leone para determinar los impactos ambientales y de salud de los botaderos de residuo sólidos en Franville Brook en los alrededores de la zona urbana. Los datos fueron recolectados de 398 botaderos cercanos a las residencias (<50 metros) y 233 botaderos alejados de los residentes (>50 metros) a través del uso de

cuestionarios de autoevaluación. Sus resultados muestran los dos tipos de botaderos afectan de forma negativa a los residentes a través de enfermedades como la malaria, dolores de pecho, diarrea y cólera. Como conclusión este estudio resalta la necesidad de mejorar el manejo y relocalizar los botaderos a una distancia segura de las zonas urbanas, y fortalecer programas de educación ambiental para todas las personas que viven a menos de 50 metros de los botaderos.

Aljaradin & Persson (2012) en su estudio titulado “Environmental impact of municipal solid waste dumpsites in semi arids climates - Case study – Jordan” afirman que los botaderos son el método común utilizado para la disposición final de los residuos sólidos en Jordan. Estos botaderos son considerados como la fuente importante de contaminación, los que pueden ser interpretados a través del análisis de condiciones hidrológicas y geológicas del país. La investigación se enfoca en la preocupación medioambiental de los botaderos y los efectos adversos generados. Asimismo plantean medidas de remediación necesarias para minimizar los efectos ambientales y socioeconómicos.

Guloso & Rosado (2011) en su investigación “Clasificación e impacto ambiental de los residuos sólidos generados en las playas de Riohacha, La Guajira, Colombia” realizaron una clasificación y valoración de impacto de los residuos sólidos en las playas de Riohacha, desde el valle de los Cangrejos hasta el barrio Marbella. Seleccionaron cinco estaciones de muestreo, en cada una se ubicaron transectos perpendiculares a la línea de costa; luego trazaron cuadrantes paralelos para la recolección de residuos sólidos. Además, aplicaron encuestas a los usuarios y vendedores de las playas para determinar la percepción de olores ofensivos y se cuantificó la carga turística. Los datos de los residuos fueron analizados con el software estadístico SPSS 12,0 a través de la prueba Kruskal-wallis con el 97,5 % de significancia y se valoró el impacto con el método de Leopold. Los materiales registrados en el inventario fueron mayormente materia orgánica, plásticos, misceláneos y vidrios, siendo los residuos orgánicos los que obtuvieron mayor porcentaje. Las mayores concentraciones de usuarios se presentaron en la zona activa y zona pasiva, coincidiendo con la cantidad de residuos recolectados en cada estación de muestreo. Los olores ofensivos de mayor incidencia percibidos fueron basura, orina, excrementos humanos y animal. La cantidad y el tipo de material están condicionados por las características del área e influencias de las actividades socioeconómicas.

Onwughara, Nuorom, & Kanno (2010) en la investigación titulada “Issues of roadside disposal habit of municipal solid waste, Environmental impacts and implementation of sound management practices in developing country Nigeria” revelan que en dicho país los residuos provenientes de terrenos demolidos, basura, residuos electrónicos, etc., son depositados indiscriminadamente a los lados de los caminos disponibles de forma abierta en zanjas que tiene implicancias en la salud de la población. El objetivo de su investigación es el de enfatizar las opciones de manejo de residuos, los que disminuirán los impactos ambientales del lugar de estudio, tanto en el tema de efectos sociales y de salud. Asimismo, hacen referencia que la legislación de la responsabilidad del productor será sugerida para que sea cada empresa manufacturera el responsable de sus propios residuos y puedan reusar en pos de una práctica de manejo armoniosa en Nigeria, un país en vías de desarrollo.

Cuentas (2009) en la investigación titulada “Evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por la actividad minera en la Rinconada Puno” realizó la evaluación cualitativa de los impactos ambientales generados por la actividad minera, para ello utilizó tres métodos de evaluación de impactos ambientales; el método de Criterios Relevantes Integrados (CRI), el método de Evaluación Rápida de Impacto Ambiental (RIAM) y el método de evaluación propuesto por Vicente Conesa. Identificó 21 componentes ambientales susceptibles de sufrir impactos y 18 actividades mineras que pueden generar impactos. Determinó además 115 impactos. Los componentes ambientales que sufrieron mayor impacto son: la topografía, los suelos y la calidad de agua superficial en forma negativa y la dinamización del comercio local y el empleo en forma positiva; las actividades mineras que generaron mayor impacto son: la minería artesanal, la disposición de desmonte, el deposito de relaves, la recuperación artesanal del oro y la infraestructura de servicios.

Castrillón & Puerta (2004) en el estudio titulado “Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la corporación universitaria Lasallista” analizaron la problemática ambiental generada por el incremento de los residuos sólidos, atribuyendo las causas a la falta de educación y responsabilidad ambiental para separarlos en la fuente. El objetivo de su investigación fue evaluar el impacto del programa MIRS en la corporación universitaria Lasallista. Los materiales y métodos empleados comprenden la implementación del programa MIRS y posteriormente se 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. Como resultado encontraron que durante los cinco semestres de desarrollo del programa se ahorraron \$ 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.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Impacto ambiental.

Un impacto ambiental es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por actividad humana. No todas las variaciones medibles de un factor ambiental pueden ser considerados como impactos ambientales, ante el riesgo de convertir la definición de impacto en un concepto totalmente inoperante para la evaluación del impacto ambiental, ya que habría que incluir las propias variaciones naturales, producidas por las estaciones del año o por algunas perturbaciones cíclicas como los incendios, terremotos, etc. (Garmendia, Salvador, Crespo, & Garmendia, 2005),

Todas las actividades productivas generan impactos ambientales de diferente envergadura, que dependen de la ubicación geográfica, de la fragilidad de los ecosistemas, de las tecnologías y escalas de producción, de los materiales utilizados, etc. El impacto ambiental es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada (Zaror, 2000).

2.2.2. Evaluación ambiental.

La evaluación de Impacto Ambiental es ante todo una valoración de los impactos que se producen sobre el ambiente por un determinado proyecto. Ésta nunca puede ser objetiva, ya que tiene siempre connotaciones subjetivas debido a que la referencia es la calidad ambiental, un concepto subjetivo (Garmendia *et al.*, 2005).

2.2.1.1. Evaluación del Impacto Ambiental. La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es el estudio de los efectos en el medio ambiente, generados por

una acción humana. Cuando dicha acción aún no se ha efectuado (es decir cuando el proyecto está en su fase de estudio), la EIA tiene un carácter predictivo, donde se anticipan los posibles impactos futuros derivados de la actividad humana (Zaror, 2000).

La EIA es todo el procedimiento necesario para la valoración de los impactos ambientales de las distintas alternativas de un proyecto determinado, con el objetivo de seleccionar la mejor desde un punto de vista ambiental. Es importante decir que el significado específico cambia según los países, aunque la filosofía es siempre la misma (Garmendia *et al.*, 2005).

Es la relación con la acción de cuantificar y comparar los valores de impacto sobre un factor ambiental determinado, la cual puede realizarse mediante el uso de técnicas específicas, denominadas “metodologías de evaluación de impacto ambiental” (Vargas & Link, 1999).

2.2.1.2. Metodologías de Evaluación del Impacto Ambiental. Las metodologías de evaluación de impacto ambiental corresponden a enfoques que desarrollan la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales de un proyecto. Los métodos o técnicas usualmente aceptadas, están destinados a medir tanto los impactos directos que involucran pérdida parcial o total de no recurso o el deterioro de un componente ambiental (Cuentas, 2009).

Para realizar una evaluación de impacto ambiental se pueden utilizar diferentes metodologías. Algunos métodos son generales, otros muy específicos, pero de todos ellos pueden extraerse técnicas, que con variaciones, pueden ser útiles para la evaluación. Se van a clasificar según la parte de la evaluación en que generalmente se usan, aunque algunos de los métodos proporcionan por sí mismos una manera completa de proceder. La mayor parte de estos métodos se elaboraron para trabajos concretos por lo que, en ocasiones, no es sencillo su uso tal y como fueron creados, pero adaptándolos a cada caso concreto, pueden llegar a ser muy útiles (Garmendia *et al.*, 2005).

Una de las clasificaciones propuestas por Garmendia *et al.* (2005), es la que contempla el propósito del método, siendo estas las siguientes:

- **Métodos de identificación de alternativas.** Los métodos para la generación o identificación de alternativas se pueden separar en dos tipos principales: Superposición de transparencias y método Mc Harg; y los Métodos de sistemas de información geográfica.
- **Métodos para ponderar factores.** Dentro del EIA, es muy importante, después de confeccionar el inventario, ponderar los factores ambientales, sobre todo si se va a realizar una valoración “cuantitativa”. Tenemos el método Delphi en esta categoría.
- **Métodos para identificar impactos.** Cuando en un proyecto no se conocen los impactos que pueden producir, la mejor manera de reconocerlos es mediante algún método de matrices, como la Matriz de Leopold. Para presentar los impactos secundarios y terciarios, posiblemente los mejores métodos sean los diagramas causa efecto y en los casos en los que ya se conocen los impactos que produce un tipo de proyecto son muy útiles las listas de revisión y los cuestionarios.
- **Métodos de evaluación de impactos.** Los métodos de evaluación de impactos sirven para poner un valor a cada impacto y al impacto total de cada alternativa del proyecto, de forma que se puedan comparar alternativas diferentes. Podemos citar entre ellas la Matriz de Leopold, Método Battelle-Colombus, Método Galletta y el Análisis energético Mc Allister.

Por otro lado, Canter y Sadler (1997) *apud* Cuentas (2009), clasificaron las metodologías para la evaluación de impacto ambiental en 22 grupos listados alfabéticamente:

- Análogos (estudio de casos)
- Listas de chequeo simple
- Listas de chequeo enfocadas a decisiones
- Análisis costo – beneficio ambiental
- Opinión de expertos
- Sistemas expertos
- Índices o indicadores
- Pruebas de laboratorio y modelos a escala

- Evaluación de paisajes
- Revisión de literatura
- Balances de masa (inventarios)
- Matrices de interacción
- Monitorización
- Estudios de campo
- Redes
- Sobreposición de mapas con SIG
- Montajes de fotografías
- Modelización cualitativa (conceptual)
- Modelización cuantitativa (matemática)
- Evaluación de riesgo
- Construcción de escenarios
- Extrapolación de tendencias

El método aplicado en el presente trabajo será el de Criterios Relevantes Integrados (CRI).

2.2.1.3. Método de Criterios Relevantes Integrados (CRI). El método propone la elaboración del índice VIA (Valor del Índice Ambiental) para cada impacto que generará el proyecto e identificado en la matriz respectiva. La metodología es aplicable a proyectos con intensa participación multidisciplinaria (ingenieros, químicos, biólogos, arqueólogos, sociólogos, economistas, entre otros especialistas ambientales). Para determinar las relaciones causa – efecto, se completan matrices tipo Leopold, entre las actividades del proyecto fuentes de impacto ambiental y los posibles efectos ambientales. El índice VIA se calcula como una suma ponderada de los valores de los indicadores: carácter, intensidad, extensión, duración, magnitud, reversibilidad y riesgo o probabilidad del impacto. Una vez obtenido el VIA se categoriza el impacto de acuerdo al riesgo de ocurrencia (Cuentas, 2009).

Al inicio de la evaluación, se intenta expresar cuantitativamente cada uno de estos indicadores de manera separada y aproximadamente de acuerdo a los criterios que se dan a continuación:

- **Carácter del impacto o signo (+/-).** Esta calificación establece si el impacto de cada actividad del proyecto es beneficiosa (signo positivo) o adversa (signo negativo). En caso de que la actividad no ocasione impactos o estos sean imperceptibles, entonces el impacto no recibe ninguna calificación.
- **Intensidad del impacto (I).** La intensidad, considera qué tan grave puede ser la influencia de la actividad del proyecto sobre el componente ambiental analizado. Para esta evaluación se propone un valor numérico de intensidad que varía de 1 a 10 dependiendo de la severidad del impacto analizado.
- **Extensión o influencia espacial del impacto (E).** Esta variable considera la influencia del impacto sobre la delimitación espacial del componente ambiental. Es decir califica el impacto de acuerdo al tamaño de la superficie o extensión afectada por las actividades desarrolladas por el proyecto, tanto directa como indirectamente.
- **Duración del impacto (D).** Esta variable considera el tiempo que durará el efecto de la actividad del proyecto sobre el componente ambiental analizado.
- **Magnitud del impacto ambiental (M).** Esta variable no necesita ser calificada ya que su valor es obtenido relacionando las cuatro variables anteriores (signo, intensidad, extensión y duración). Sin embargo, cada variable no influye de la misma manera sobre el resultado final de la magnitud, cuya ecuación es la siguiente:

$$M_i = \pm[(I_i * W_I) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D)]$$

Dónde:

I : Intensidad

E : Extensión

D : Duración

M : Magnitud del impacto ambiental

W_I, W_E y W_D : Factores adimensionales que representan el peso de incidencia de la variable considerada sobre la magnitud del impacto, y cuyo valor numérico individual es inferior a 1.

- **Reversibilidad del impacto (RV).** Esta variable, considera la capacidad del sistema de retornar a las condiciones originales una vez cesada la actividad generadora del impacto.
- **Riesgo o probabilidad del suceso (RG).** Finalmente, se valora la probabilidad de ocurrencia del impacto sobre el componente ambiental analizado.

Una vez calificadas las seis variables de la valoración ambiental, se procede a calcular el valor del índice ambiental (VIA). Este valor considera la relación de la magnitud (M), la reversibilidad (RV) y el riesgo (RG), mediante la siguiente expresión matemática:

$$VIA = RV^{WRV} * RG^{WRG} * |M|^{WM}$$

En esta ecuación, WRV, WRG y WM, también son factores adimensionales que representan el peso de incidencia de la reversibilidad, el riesgo y la magnitud respectivamente. Al igual que en la ecuación de magnitud, dichos coeficientes son menores que 1 y la suma de los mismos, debe dar la unidad.

Una vez obtenido el valor del índice ambiental (VIA) de cada impacto evaluado se procesan y analizan los resultados. El procedimiento consiste en la sumatoria algebraica de las filas y las columnas respectivamente. Adicionalmente, se procede a contabilizar los impactos negativos y positivos ocasionados por el proyecto (Cuentas, 2009).

2.2.3. Botaderos de residuos sólidos.

Se consideran residuos sólidos, o comúnmente denominados “basura”, a la materia de desecho, orgánica e inorgánica derivada de la actividad del hombre¹. Estos desechos sólidos urbanos representan un problema tanto a nivel de espacio como de toxicidad. El inconveniente no es sólo la cantidad de basura generada, sino también la ineficiencia de los mecanismos de recolección y disposición final de los residuos (Gabutti, 2001).

¹ La generación de residuos sólidos urbanos (RSU) no es más que un residuo sólido generado por cualquier actividad en los núcleos urbanos, incluyendo tanto los de carácter doméstico como los provenientes de cualquier otra actividad generadora de residuos dentro del ámbito urbanos, está íntimamente ligada al número de habitantes o pobladores que existen en la localidad.

Este material ya no presenta una utilidad o un valor económico para el dueño, el dueño se convierte por ende en generador de residuos. Desde el punto de vista legislativo lo más complicado respecto a la gestión de residuos, es que se trata intrínsecamente de un término subjetivo, que depende del punto de vista de los actores involucrados (esencialmente generador y fiscalizador) (Prosalud, 2006).

2.2.4. Impactos de los botaderos de residuos sólidos.

La contaminación ambiental es la presencia de sustancias, energía u organismos extraños en un ambiente determinado en cantidades, tiempo y condiciones tales que pueden causar desequilibrios ecológicos (Arellano, 2002). La incorrecta disposición o manejo de los residuos sólidos contamina tres recursos básicos para la vida: el agua, suelo y aire (Hondupalma, 2011).

2.2.4.1. Contaminación del agua. Aguas superficiales y subterráneas pueden ser contaminadas por los lixiviados generados en los botaderos. El lixiviado es el líquido que se percola a través de los botaderos como un resultado de la infiltración y/o la descomposición de los residuos. Esto puede causar una seria contaminación del agua si no son manejados adecuadamente (Environmental Protection Agency, 1995).

El agua superficial se contamina cuando tiramos basura a los ríos y arroyos; y el agua subterránea se contamina, por ejemplo, cuando el líquido de la basura descompuesta se filtra en el suelo de los botaderos a cielo abierto. La infiltración de las precipitaciones en los botaderos, junto con la contaminación bioquímica y química de los residuos, produce flóculos los cuales presentan niveles elevados sólidos suspendidos y contenido variable de sustancias orgánicas e inorgánicas. La composición alta de sustancias orgánicas sintéticas biodegradables es una amenaza particular: gracias a la bioacumulación, concentraciones de estas sustancias pueden incrementar los niveles de toxicidad y poner en peligro la vida de animales y la humana (Iwandes, 2003).

2.2.4.2. Contaminación del suelo. Uno de los efectos es lo desagradable que resulta a la vista los lugares donde hay acumulación de basura sin ningún control (el deterioro estético de los lugares). Aparte está el envenenamiento del suelo por

las descargas de sustancias tóxicas en los botaderos. La razón simplemente está en que los residuos no son tratados apropiadamente, resultando en los impactos al medio ambiente (Alvarez, 2010).

2.2.4.3. Contaminación del aire. Los botaderos clandestinos generan emisión de gases, produciendo primeramente metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) los cuales si no son contenidos, pueden contribuir al efecto invernadero. Emisiones gaseosas no controladas ni tratadas pueden representan fuentes de combustible y energía perdida. Los gases de botaderos además pueden contener una variedad de componentes corrosivos, tóxicos u olorosos. El metano representa un riesgo de explosión el cual puede ocurrir en el sitio o incluso fuera de él (Environmental Protection Agency, 1995).

Operaciones de incineración pueden causar molestias y contaminación atmosférica por las emisiones de partículas, gases ácidos, material de desechos no quemados, metales pesados, y cantidades trazas de componentes orgánicos. Las medidas de control de la contaminación del aire han sido previamente dirigidas a la reducción de la emisión de partículas, pero el control de emisiones estrictas requiere de reducciones en las emisiones de gases ácidos y metales pesados (Valderrama 2006). El uso irresponsable de calderas en las fábricas o la quema a cielo abierto de los residuos en los botaderos afectan la calidad del aire. Los residuos generan dos tipos de gases:

- **Gases de efecto invernadero.** El metano y el bióxido de carbono, cuyas propiedades retienen el calor generado por la radiación solar y elevan la temperatura de la atmósfera.
- **Degradación de la capa de ozono.** Hay productos que por los agentes químicos utilizados en su elaboración generan ciertos gases conocidos como clorofluorocarbonos o CFC, estos gases se utilizan como propulsores de aerosoles para el cabello, en algunas pinturas y desodorantes. Cuando los envases de dichos productos llegan a la basura se convierten en fuente de emisión de estos gases.

2.2.5. Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales (GIRSM).

Por gestión de Residuos se entiende el conjunto de operaciones relacionadas con el almacenamiento, la recolección, el transporte, el tratamiento y la disposición final de los residuos (CONAMA, 2006). Es el conjunto articulado de acciones normativas, operacionales, financieras y de planificación, que una administración municipal desarrolla, basándose en criterios sanitarios, ambientales y económicos, para recolectar, tratar y disponer los residuos sólidos de su ciudad.

Por lo tanto, gestionar los residuos sólidos de una manera integral significa limpiar el municipio (con un sistema de recolección y transporte adecuados) y procesar los residuos utilizando las tecnologías más compatibles a la realidad local, dándole un destino final ambientalmente seguro, tanto en el presente, como en el futuro (CEMPRE, 1998).

Como parte de la gestión integral de los residuos sólidos, la Fundación Universidad Tecnológica Regional de Mendoza (2004), plantea el sistema de gestión de los residuos sólidos urbanos, donde queda sustentada las estrategias focalizadas, tales como:

2.2.5.1. La educación ambiental. Aspecto básico de la gestión sin la cual carece de sentido cualquier esfuerzo y que asegura la sostenibilidad temporal de una gestión (Mendoza, 2004).

2.2.5.2. La minimización de los residuos. Esta actividad deberá ser promovida por las autoridades porque tendrán un impacto positivo sobre la generación de los residuos y por lo tanto de los costos asociados. Realizando convenios con la industria dirigida a los productos de consumo masivo para la reducción de la generación, fomentando el no uso de elementos descartables; además, promueve la legislación que obligue a las industrias a reducir elementos desechables y empaques innecesarios (Iwandes, 2003).

2.2.5.3. El reciclaje. Los programas de reciclado desde el punto de vista estrictamente económico podrá no resultar factible, pero su implementación

conlleva a otros beneficios tales como: la protección del medio ambiente, la concientización ambiental de la ciudadanía, la disminución del consumo de materiales provenientes de materia prima no renovable, la disminución de la contaminación de origen industrial, la disminución de las cantidades de residuos que van a parar al vertedero y los costos asociados a la disposición además de la disminución de los riesgos asociados a la disposición final (Fundación Universidad Tecnológica Regional de Mendoza, 2004).

2.2.5.4. La separación en origen. La optimización de los costos de tratamiento de los RSU dependerá entre otros factores de la separación en origen. Para esto se pensó en la implementación de un sistema de separación en origen simple para que rápidamente se incorpore a los usos y costumbre del público en general. Esto requiere del concurso de acciones educativas de tipo formal e informal (campañas de información y educación) con un tiempo y una gradualidad prudentes, antes de comenzar su implementación (CEMPRE, 1998).

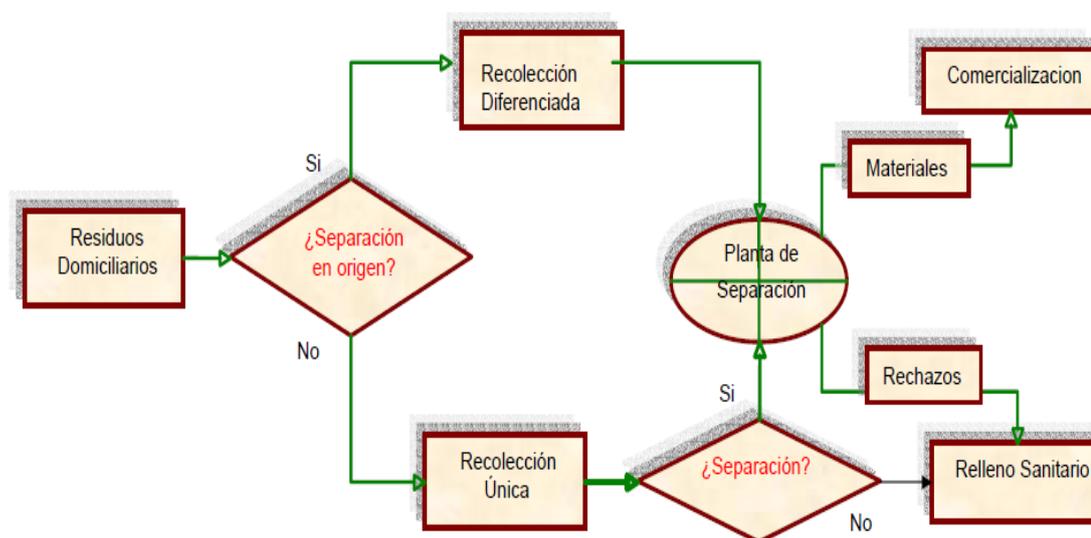


Figura 1. Tipos de recolección y gestión de residuos sólidos

Fuente: Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, Fundación Universidad Tecnológica Regional Mendoza, 2004.

En el diagrama anterior se observa una parte del sistema y más específicamente sobre los tipos de recolección y el de gestión asociados a cada alternativa. Los residuos provenientes de la recolección diferenciada (zonas con separación

domiciliaria), irán directamente a la planta para su separación. En cambio los residuos provenientes de la recolección única serán transportados a la planta de separación en una proporción igual a la capacidad máxima de procesamiento y el resto al relleno sanitario (Fundación Universidad Tecnológica Regional de Mendoza, 2004).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Botadero.** Los botaderos son áreas de disposición de residuos en los suelos con poco o ningún tipo de tratamiento. Botaderos de residuos biodegradables generan la formación de gases. Las emisiones de metano representan el principal impacto causante del efecto invernadero (Smith, Brown, Ogilvie, Rushton, & Bates, 2001).
- **Contaminación Ambiental.** Se denomina contaminación ambiental o contaminación atmosférica a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, para la seguridad o para el bienestar de la población, o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o que impidan el uso habitual de las propiedades y lugares de recreación y el goce de los mismos (CEMPRE, 1998).
- **Gestión ambiental.** Se denomina gestión ambiental o gestión del medio ambiente al conjunto de diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental. Dicho de otro modo e incluyendo el concepto de desarrollo sostenible, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales (CONAM, 2001).
- **Evaluación de Impacto ambiental.** Los impactos ambientales son la alteración positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto (Ministerio del Ambiente, 2011).
- **Impacto de los residuos sólidos.** El alto consumo de bienes y servicios y el inadecuado manejo de los residuos, ha llevado a que el ciudadano los vea como un problema del cual es urgente deshacerse. Al ser expuestos en lugares públicos durante largos periodos de tiempo, genera la proliferación de caninos, roedores,

insectos, entre otros, ocasionando graves problemas de contaminación visual, del aire, del suelo y de los cuerpos de agua (Sarmiento, 2008).

- **Residuo Sólido Urbano.** Son los residuos sólidos de origen domiciliario, limpieza de calles, comercios, mercados, malezas y afines (Basset *et al.*, 2009).

2.4. MARCO LEGAL

La política ambiental del estado, tiene como objetivo principal promover el equilibrio dinámico entre el desarrollo socio-económico y la conservación y uso sostenido del medio ambiente y sus recursos naturales.

- Constitución política del Perú Art. 2º, inciso 22.
- Ley N° 28611 – Ley General de Ambiente.
- Ley General de Residuos Sólidos. N° 27314; del 21 de julio del 2000.
- Ley N° 26821 – Ley orgánica de aprovechamiento sostenible de recursos.
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, aprobado mediante Decreto Legislativo N° 613.
- Reglamento para el Control Sanitario de las Playas y Establecimientos Conexos, Decreto Supremo N° 98-60-DGS, del 7 de octubre de 1960.
- Plan Nacional de Residuos Sólidos.
- Reglamento para la disposición de basuras mediante el empleo del método del relleno sanitario, Decreto Supremo N° 6-STN, 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 N° 012-77-SA, del 13 de octubre de 1977.
- Reglamento de Aseo Urbanos, Decreto-Supremo N° 033-81-S A, del 9 de diciembre de 1981, modificado por el Decreto Supremo N° 037-83-SA, del 28 de septiembre de 1983.
- Normas para la crianza y/o engorde de cerdos desde el punto de vista sanitario, Decreto Supremo N° 034-85-SA, del 25 de julio de 1985.
- Resolución Ministerial N° 535-97-SA/DM, Código de Principios Generales de Higiene.

- Decreto Supremo N° 88-67-DCS, Reglamento para apertura y control sanitario de plantas industriales de conformidad con el artículo N° 160 del título "X" de la ley N° 13270 de promoción industrial.
- Decreto Supremo N° 034-85-SA, Reglamento de Aseo Urbanos.
- Anteproyecto de Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Residuos Peligrosos, del 3 de julio del 2002.
- Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972, del 27 de mayo del 2003.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación.

La investigación es de tipo descriptiva ya que se detalló la situación actual de la problemática de los botaderos en la ciudad de Puno, estableciéndose la ubicación georeferenciada de los principales botaderos dentro de la zona urbana y un análisis de sus impactos ambientales.

3.1.2. Nivel de investigación.

Corresponde al segundo nivel de investigación, ya que se describió la problemática, mediante el levantamiento de datos con un sistema SIG y el método de Criterios Relevantes Integrados (CRI).

3.2. MÉTODO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Método de investigación.

La investigación es de carácter no experimental, ya que no utiliza grupos de control y grupo experimental, siendo los datos levantados de la realidad para la elaboración de una línea base ambiental.

3.2.2. Diseño de investigación.

Es de tipo transeccional, en razón de que no se utilizaron grupos de control, realizándose el muestreo en un punto en el tiempo, es decir de corte transversal.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población.

La población está constituida por la totalidad de botaderos que están dentro del área urbana de la ciudad de Puno; por su naturaleza, estos no cuentan con una distribución homogénea, mucho menos conocida, estando dispuestos en los diferentes barrios y urbanizaciones aleatoriamente.

3.3.2. Muestra.

En vista del objetivo planteado por la presente investigación, fue necesario recoger datos de campo de todos los botaderos, por lo que el tipo de muestreo fue de tipo no probabilístico. El tamaño muestral se corresponde a la totalidad de botaderos en la ciudad Puno, teniendo un carácter censal para la realización del diagnóstico de línea base ambiental.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

Cuadro 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICAS Y/O INSTRUMENTOS
Variable Dependiente				
Impacto ambiental	Carácter del impacto	+/-	Impacto beneficioso / Impacto adverso	Método de Criterios Relevantes Integrados
	Intensidad	I	Baja = 1 Media = 5 Alta = 10	
	Extensión	E	Puntual = 1 Local = 5 Extenso = 10	
	Duración	D	Corto plazo (Menos de 5 años) = 1 Mediano plazo (De 5 a 10 años) = 5 Largo plazo (Más de 10 años) = 10	
	Magnitud	M	Baja = 0 Media = 5 Alta = 10	

	Reversibilidad	RV	Irreversible = 10 Parcialmente reversible = 5 Reversible = 1	
	Riesgo	RG	Alta = 10 Media = 5 Baja = 1	
Variable Independiente				
Botaderos de residuos sólidos	Número de botaderos	Presencia de botadero o vertederos de desperdicios, relacionado a la ausencia del servicio municipal de recojo de residuos sólidos	Número natural	Geo-referenciación mediante equipo GPS Garmin Etrex 30 y software ArcGIS
	Ubicación	Coordenas UTM WGS84 de botaderos	Norte Este	

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.5.1. Técnicas e instrumentos para determinar los impactos ambientales.

Se utilizó el método de Criterios Relevantes Integrados (CRI), el que nos permitió obtener el Índice del Valor del Impacto Ambiental (VIA) para cada impacto generado por los botaderos vecinales de residuos sólidos e identificados en una matriz apropiada. Las relaciones causa-efecto, se analizaron entre las actividades que se desarrollan en el botadero vecinal y los posibles efectos ambientales (véase anexo 1).

La metodología del CRI se basa en la calificación de seis variables, asignándoles a dichas variables tres opciones para su elección, la escala de valores de las variables se encuentra en un rango de 1 a 10 unidades. No todos los indicadores tienen igual importancia, por lo tanto el VIA no resulta de un promedio simple de los valores asignados a cada indicador, sino de una ponderación de los mismos. El cálculo de Magnitud (M) se realiza en base a los indicadores: carácter, intensidad, extensión y duración (Cuentas, 2009).

El índice VIA se calculó con una suma ponderada de los valores de los indicadores: carácter, intensidad, extensión, duración, magnitud, reversibilidad y riesgo o probabilidad de impacto cuyos valores se detallan en el cuadro 1. Los

indicadores utilizados para la presente investigación se muestran en el anexo 2. Una vez obtenida el VIA se categorizó el impacto de acuerdo al riesgo de ocurrencia.

Para complementar la evaluación de impactos, se requirió de una fase de caracterización cualitativa de los impactos evaluados cuantitativamente. Esto se realizó con el fin de ayudar en la toma de decisiones respecto a las potenciales medidas de mitigación prioritarias a ser implementadas. Por lo cual se elaboró la matriz de significatividad de impactos, en la que se detallaron en forma cualitativa las características de los mismos. La significatividad del impacto se determinó basándose en el valor de índice ambiental (VIA) según el siguiente criterio:

Cuadro 2. Escala de significatividad de los impactos evaluados

VIA	Significatividad del impacto
< 2,0	No significativo
2,0 – 4,0	Poco significativo
4,0 – 6,0	Medianamente significativo
6,0 – 8,0	Significativo
> 8,0	Muy significativo

3.5.2. Técnicas e instrumentos para establecer la distribución de botaderos en la ciudad de Puno.

Las muestras recolectadas corresponden a los botaderos de residuos sólidos presentes en la ciudad de Puno, considerándose solo aquellos que poseyeran una alta acumulación de residuos y una mayor frecuencia de segregación o de permanencia de tales desechos en el sitio. La ubicación de tales botaderos están disponibles para su identificación mediante sus coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM) utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG) tal como la realizaron Liao & Wang (2010), a través del software ArcGIS. Para lo cual el instrumento utilizado es un GPS de marca Garmin, modelo Etrex 30, con el que se tomaron las coordenadas en el sistema UTM, siendo la unidad de las coordenadas en metros (m), el elipsoide de referencia es Datum WGS84 y la proyección es UTM Zona 19 Sur.

3.6. TÉCNICAS Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para la georeferenciación de datos se utilizó el software de la empresa Garmin denominado MapSource, también el paquete ArcGIS 10, además, para el análisis estadístico de la data se utilizaron los paquetes estadísticos Stata 11,0 y el Microsoft Excel 2007.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. IMPACTOS AMBIENTALES CUALITATIVOS DE LOS BOTADEROS VECINALES TEMPORALES DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE PUNO

Los resultados obtenidos al aplicar el método de los Criterios Relevantes Integrados (CRI) se reportan en el anexo 3 y se detallan en el presente ítem.

4.1.1. Identificación de actividades en el botadero vecinal.

Las actividades que se realizan en el botadero vecinal son aquellas que comprenden desde la acumulación de los residuos hasta su recolección. La primera actividad es la disposición, que es la acción realizada por la población en la eliminación de los residuos de sus domicilios en un área pública. La Permanencia, que no es actividad como tal, pero en la cual los residuos generan impactos identificables. La segregación, actividad realizada por pepenadores, quienes al buscar residuos de interés realizan actos que incrementan los impactos de los residuos. La recolección municipal, que es la última actividad considerada ejecutada por personal de la Municipalidad Provincial de Puno, y en la cual se da por terminado el ciclo vital de un botadero vecinal de residuos sólidos.

4.1.1.1. Disposición de residuos sólidos.

Los residuos sólidos son acumulados por miembros de los hogares puneños, empaquetados principalmente en bolsas plásticas y descartadas en áreas urbanas públicas, como calles, avenidas, parques y jardines, así como en las riberas de la bahía interior de lago Titicaca. Esta actividad da por finalizada el problema

ocasionado por los residuos en el interior de las viviendas, siendo ya asunto del municipio resolverlo.

4.1.1.2. Permanencia de residuos sólidos.

Dispuestos los residuos sólidos en áreas públicas dentro de la ciudad, estos permanecen en ellas durante un tiempo indeterminado provocando deterioro paisajístico, proliferación de vectores de enfermedades, y la contaminación de los recursos aire, agua y suelo. Dependiendo del área geográfica en la ciudad, estos botaderos vecinales pueden acumular residuos por un periodo diario, hasta estar presentes semanalmente antes de ser dispuesto en el botadero municipal del sector de Cancharani.

4.1.1.3. Segregación de residuos sólidos.

Durante la permanencia de los residuos sólidos, pueden ser objeto de segregación por parte de pepenadores, quienes realizan la selección de residuos con valor económico como por ocurre con las botellas, cartones, latas, etc. Estas personas realizan dicha actividad sin la protección adecuada, exponiéndose a riesgos físicos y anatómicos durante su búsqueda. Asimismo animales como perros, gatos, gaviotas, roedores entre otros son responsables de la segregación de los residuos, pues buscan alimentos en el interior de los recipientes.

4.1.1.4. Recolección municipal de residuos sólidos.

Los residuos sólidos son finalmente recolectados por parte del personal de la Municipalidad Provincial de Puno, esta actividad la realizan el personal de limpieza pública o los vehículos compactadores de residuos sólidos. Al realizarse esta actividad se eliminan los residuos sólidos del ambiente, por lo que los impactos a este se eliminarían, hasta que se vuelvan a depositar los residuos nuevamente.

4.1.2. Identificación de los componentes ambientales.

4.1.2.1. Área y ubicación de estudio.

La ciudad de Puno, es la capital del departamento, provincia y distrito del mismo nombre, está ubicada entre las coordenadas geográficas 15° 50' 15" latitud

sur y $70^{\circ} 01' 18''$ longitud oeste del meridiano de Greenwich. Es el centro urbano de primera jerarquía a nivel de la región, centro dinamizador principal, cuya tipología es administrativa, de servicios, financiera, turística y cultural. Su extensión abarca desde la Isla Estévez al noroeste, el centro poblado de Alto Puno al norte y se extiende hasta el centro poblado de Jayllihuaya al sur. Actualmente tiene una extensión de 1 566,64 ha, la cual representa el 0,24 % del territorio de la provincia de Puno.

4.1.2.2. Ambiente físico.

- a) **Clima.** En general el clima de Puno varía entre frío y cálido, aquí el promedio de precipitaciones fluvial de esta zona es de 750 mm y se estima en 2 993 horas/año. La temperatura máxima es de 22°C , y la mínima de 14°C , La temperatura media en Puno (ciudad capital) en verano es de 15°C a 22°C en invierno es de 5°C a 16°C gracias al efecto término que produce el lago Titicaca que durante el día recolecta el calor del sol y en las noches lo libera, haciendo que ésta goce de un clima más cálido que las otras ciudades del altiplano como Juliaca.
- b) **Topografía.** El espacio físico está comprendido desde la orilla oeste del Lago Titicaca, en la bahía interior de Puno (antes Paucarcolla), sobre una superficie ligeramente ondulada, rodeada de los cerros Huancaparuque, Pucara Orko, Llallahuani, Machallata, Azoguine, Pirhua Pirhuani, Huayllani, Negro Peque, Cancharani, Pitiquilla y Pacocahua, oscilando entre los 3 810 a 4 050 m.s.n.m. (entre las orillas del lago y la parte más alta).
- c) **Aire.** La topografía y orografía de la capital ofrece condiciones adecuadas para disponer de aire de buena calidad, aún con la emisión de gases y partículas de las fuentes domésticas, transporte e industrias en la zona urbana, las cuales son disipados por las corrientes de aire de las brisas del lago Titicaca.
- d) **Suelo.** La microcuenca limita el desarrollo de la ciudad y la pendiente del terreno se muestra vulnerable a efectos erosivos. Entre las categorías de uso destaca el uso residencial con un 56,3 %

y en menor porcentaje los espacios comerciales, instituciones públicas y otros usos. Entre el ecosistema acuático y terrestre se desarrollan espacios de gran potencial para el establecimiento de zonas de protección ecológica (Municipalidad Provincial de Puno, 2011).

- e) **Agua.** El recurso agua es abundante en el ecosistema de la provincia de Puno; en la cuenca de la ciudad existen aguas superficiales temporales de gran caudal en épocas lluviosas y que generan cárcavas y anegamientos. Las aguas subterráneas son permanentes y se aprovechan para el abastecimiento de agua potable de la ciudad que se suman al abastecimiento del lago, en el sector Chimú (Municipalidad Provincial de Puno, 2011).
- f) **Riesgos naturales.** Los riesgos naturales vienen dados por algunos de los factores ambientales propias de la región, como son las precipitaciones abundantes que entre los meses de diciembre a marzo, por el volumen que alcanzan, son capaces de esparcir los componentes de un botadero de residuos. Además, de manera diaria en las horas de mayor insolación, y los meses de mayor fotoperiodo, el incremento de la temperatura y los vientos aceleran la descomposición de los componentes putrescibles de los residuos, incrementando con lo ello la generación de gases de descomposición y la proliferación de vectores de enfermedades en los botaderos vecinales.

4.1.2.3. Ambiente biológico.

- a) **Flora.** Debido a las características de la zona la flora no es muy variada pero destacan algunas gramíneas como el “Ichu” (*Stipa ichu*) y “Chillihua” (*Festuca dolichophylla*); también se desarrollan vegetales representativos, como la “Totora” (*Schoenoplectus tatora*) y el “Llacho” (*Elodea potamogeton, Potamogeton strictus*) de gran importancia socioeconómica en las riberas del lago (Pineda, 2009). A causa de la eutrofización se ha provocado la abundancia de la “Lenteja de agua” (*Lemna* sp). y el deterioro el

paisaje lacustre (Municipalidad Provincial de Puno, 2011). La totora es usada por los Uros como material en la construcción de casas y canoas, y como comida de bebé (la porción más baja del tallo es llamada ch'ullu) por ser una buena fuente de yodo. Debe mencionarse que una sección de este lago (36 108 ha) fue declarada Reserva Nacional del Titicaca en octubre de 1978, con el objeto de preservar sus especies naturales y su belleza pintoresca.

b) Fauna. Entre la fauna se diferencian especies ícticas del género *Orestias* y otras especies introducidas como la trucha y pejerrey, estimándose una biomasa entre 60 a 90 mil toneladas en el lago Titicaca, este ecosistema brinda refugio a numerosas aves, cuyo importante valor ecológico no es reconocido y son amenazados (Municipalidad Provincial de Puno, 2011). Puno es el hábitat de pájaros, como las “Gaviotas” (*Chroicocephalus serranus*) y “Palomas” (*Columba livia* y *Zenaida auriculata*) muy abundantes e indicadores de la presencia de botaderos de residuos sólidos, “Pichitanka” (*Zonotrichia capensis*), “Riq’i-riq’i” (*Troglodites aedon*), “Chiwanku” (*Turdus chiguanco*) entre otras muy comunes en la zona urbana de la ciudad. En las aguas de la bahía interior de Puno se tiene presencia de peces, de manera más precisa en el lado sur de la ciudad donde la eutrofización es menor, teniéndose 24 de las especies denominadas localmente como “Challwas” o “Carachis” (Genero *Orestias*).

4.1.2.4. Ambiente socioeconómico.

a) Social. Alberga una población de 120 229 habitantes, según el último censo peruano de 2007, alcanzando una densidad poblacional de 75,6 hab/ha (densidad provincial). Su población representa alrededor del 55 % de la provincia y el 95 % del total distrital. La provincia de Puno representa el 9,7 % de la superficie de la región y alberga el 17,9 % de la población regional; mientras que el distrito de Puno representa el 7 % de la superficie de la provincia y alberga al 55,6 % de la población provincial.

- b) Paisaje.** Se cuenta con atractivos recursos naturales, como el Lago Titicaca y sus bellos paisajes, sus recursos culturales como templos, restos arqueológicos, la arquitectura tradicional de sus pueblos y museos en la zona urbana de la ciudad.
- c) Economía.** La actividad de turismo está considerada como actividad dinamizadora y eje de desarrollo económico, con capacidad integradora de las demás actividades económicas. La ciudad de Puno, concentra a las principales entidades del estado a nivel regional y departamental, entre ellos instituciones educativas de mayor importancia y prestigio departamental. Asimismo cuenta con establecimientos comerciales, que le dan una dinámica importante a la ciudad, es de estimar una tasa de omisión al registro, principalmente en el caso de las tiendas de abarrotes minoristas y en algunos establecimientos tipos talleres que desarrollan sus actividades al interior de sus viviendas. Los principales establecimientos comerciales por su magnitud son: restaurantes, pollerías y bares, panaderías mecanizadas, oficinas de profesionales independientes, vidrierías, agencias de turismo, entre las más importantes. En el informe sobre desarrollo en el Perú 2005 del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se considera a Puno en el 316^{avo} lugar del ranking de desarrollo humano, con un 0,607 8 de Índice de Desarrollo Humano (IDH). Ubicándose como el distrito con más índice de desarrollo a nivel provincial (Municipalidad Provincial de Puno, 2008).

4.1.3. Identificación de impactos ambientales.

La identificación se realizó en bases a los componentes ambientales y a las actividades que se desarrollan en los botaderos vecinales de residuos sólidos.

4.1.3.1. Por componente ambiental.

En base a la metodología planteada en el capítulo tres, el máximo valor de afectación negativa al medio ambiente por las actividades del proyecto es de -270 unidades (-10 unidades * 27 impactos) cuando todos los impactos presenten las

características más adversas; el valor resultante para el proyecto es -92,50 unidades (véase anexo 4) que representan un impacto porcentual negativo total de -34,26 %.

Del total de componentes ambientales analizados el 62,96 % representan impactos de carácter negativo, mientras que un 37,04 % reflejan impactos positivos. El ambiente físico es el más afectado, con un 29,63 % de los impactos negativos, mientras que el ambiente socioeconómico recibe el 22,22 % y el biológico el 11,11 % de los impactos negativos.

Cuadro 3. Número de impactos por componente ambiental

Componente ambiental		Interacciones	
Ambiente físico	Topografía	C ₁	2
	Aire	C ₂	4
	Suelo	C ₃	3
	Agua	C ₄	2
	Riesgos naturales	C ₅	2
Ambiente biológico	Flora	C ₆	2
	Fauna	C ₇	3
Ambiente socioeconómico	Social	C ₈	4
	Paisaje	C ₉	3
	Económico	C ₁₀	2
Total			27

Cuadro 4. Componentes ambientales ordenados según el impacto sufrido

Componente ambiental		Efecto total	Porcentaje
C ₉	Paisaje	-15,78	38,52 %
C ₇	Fauna	-7,91	19,31 %
C ₂	Aire	-5,73	13,97 %
C ₈	Social	4,40	10,74 %
C ₅	Riesgos naturales	-2,06	5,03 %
C ₁	Topografía	1,73	4,22 %
C ₁₀	Económico	1,47	3,59 %
C ₄	Agua	-0,99	2,42 %
C ₆	Flora	-0,88	2,14 %
Total		-25,72	100,00 %

Los resultados indican que los componentes ambientales que sufren un mayor impacto negativo por las actividades que se desarrollan en los botaderos de residuos sólidos son el paisaje (-15,78 con 3 impactos), la fauna (-7,91 con 2 impactos), el aire (-5,73 con 3 impactos) y riesgos naturales (-2,06 con 1 impacto). El factor ambiental afectado de forma muy significativa con carácter positivo es el social (4,40 con 2 impactos).

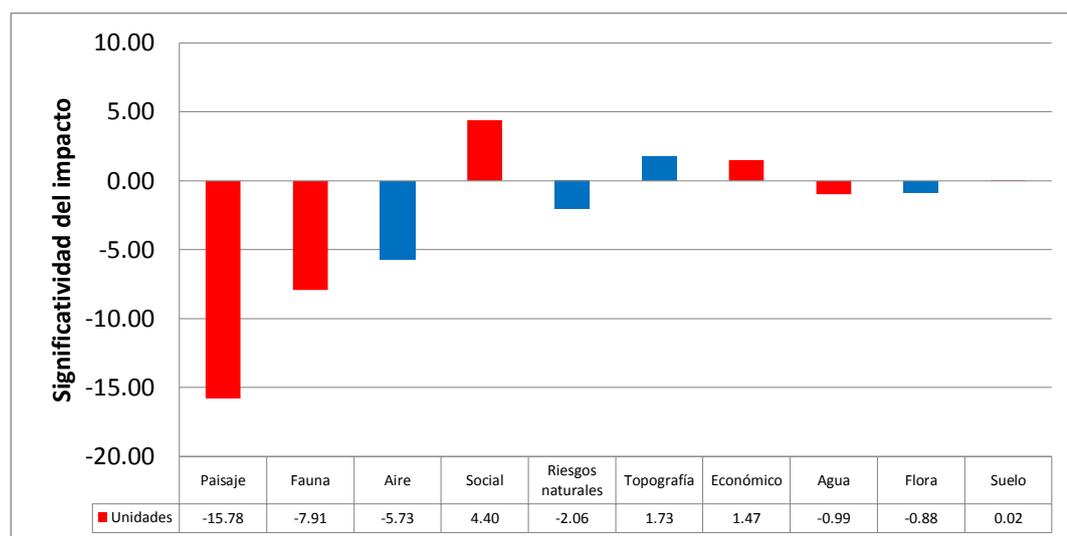


Figura 2. Significatividad del impacto por componente ambiental

Los impactos ambientales se distribuyen 13 en el ambiente físico (48%), cinco en el ambiente socioeconómico (33%) y seis en el ambiente biológico (19%).

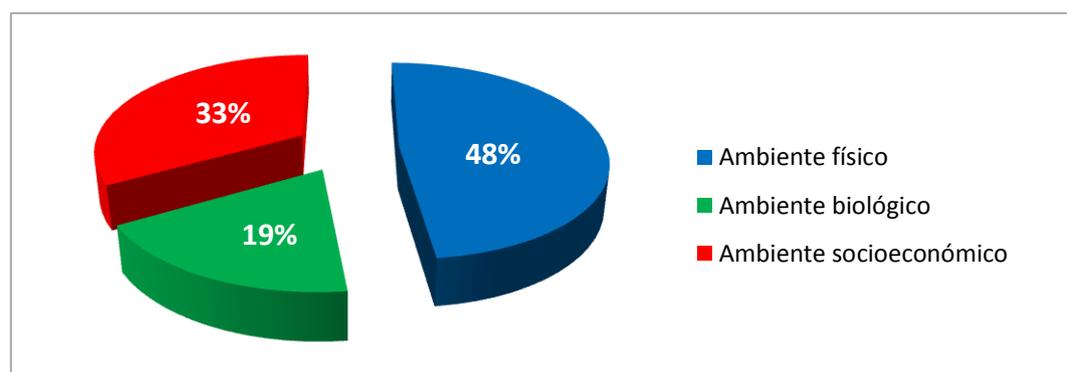


Figura 3. Porcentajes de impactos por ambientes

Estos resultados muestran que las excretas, residuos líquidos y sólidos provenientes de los hogares y de la comunidad, representan una seria amenaza a la salud y la propagación de enfermedades infecciosas (Alam & Ahmade, 2013),

pues no solo afectan a las condiciones hidrológicas y geológicas principalmente tal como concluyen Aljaradín & Persson (2012) y la presente investigación que reporta el 54 % de los impactos en el ambiente físico; pues también el ambiente biológico y el ambiente socioeconómico son afectados significativamente (21 y 25 % de los impactos respectivamente). Pinka, Yan, & Tran (2013) al igual que la presente investigación concluimos que es necesario mejorar el manejo y relocalizar los botaderos a una distancia segura de las zonas urbanas, o adecuarlas dentro de ellas con equipos básicos y fortalecer programas de educación ambiental.

4.1.3.2. Por actividades en el botadero vecinal de residuos sólidos.

Las actividades que se realizan han sido clasificadas en cuatro grupos: La disposición de los residuos por los ciudadanos, La permanencia a cielo abierto, la segregación realizada por pepenadores y la recolección municipal.

El impacto mayor es generado por la permanencia de los residuos sólidos a cielo abierto y la recolección municipal, con ocho impactos cada uno, mientras que la actividad con un menor número de impactos es la segregación por parte de pepenadores con cinco impactos.

Cuadro 5. Impactos generados por las actividades en el botadero vecinal

Actividad en el botadero vecinal	Interacciones	
Disposición	A ₁	4
Permanencia	A ₂	9
Segregación	A ₃	6
Recolección municipal	A ₄	8
Total		27

Las actividades realizadas en el botadero vecinal que ocasionan mayor afectación negativa son la permanencia (-38,89 unidades y 9 impactos), disposición (-10,63 y 4 impactos) y la segregación (-9,60 y 6 impactos). La actividad que por naturaleza genera impactos positivos al eliminar los contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos del ambiente es la recolección municipal (33,39 unidades y 8 impactos).

Cuadro 6. Actividades en el botadero vecinal que originan impactos ambientales en forma porcentual

	Actividad	Total absoluto	Porcentaje
A ₄	Recolección municipal	33,39	36,10 %
A ₂	Permanencia	-38,89	42,04 %
A ₁	Disposición	-10,63	11,49 %
A ₃	Segregación	-9,60	10,37 %
	Total	-25,72	100,00 %

El cuadro seis revela que la mayor cantidad de impactos negativos se generan al permanecer los residuos localizados en las vías urbanas, y esto es verificable a través de los olores ofensivos de mayor incidencia percibidos por los transeúntes al pasar por los montículos de basura doméstica, orina, excrementos humanos y de animales (Guloso & Rosado, 2011) quienes no pueden evitar estar en contacto con los mencionados por la localización misma de sus viviendas. Onwughara *et al.* (2010) al respecto plantea en su investigación que para disminuir los impactos ambientales en un lugar con presencia de botaderos vecinales es necesario plantear opciones de manejo de residuos, para de esa manera eliminar o mitigar los efectos sociales y de salud.

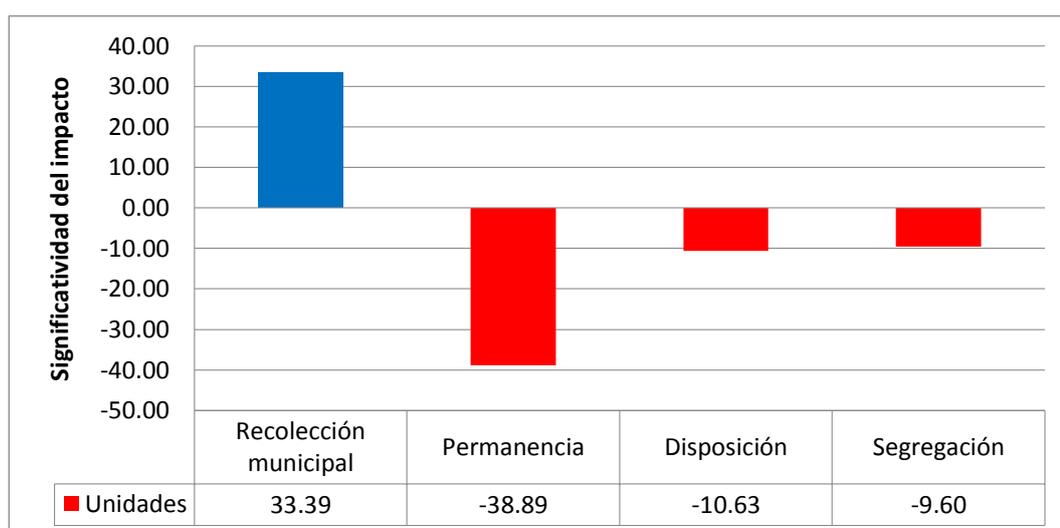


Figura 4. Significatividad de los impactos por actividades en el botadero vecinal de residuos sólidos

4.1.4. Jerarquización de los impactos.

Las actividades que se realizan en un botadero promedio de residuos sólidos en la zona urbana de la ciudad de Puno generan 10 impactos positivos y 17 impactos negativos. Los impactos positivos son poco significativos y están a nivel del ambiente socioeconómico y todos los componentes considerados dentro de la actividad de recolección municipal. Salas & Quesada (2006) indican que entre los impactos positivos a nivel social están la posibilidad de ingresos económicos por la comercialización de los desechos, generación de micro y pequeñas empresas, los que se corroboraron en la presente investigación.

Cuadro 7. Distribución de impactos ambientales

		Actividades en el botadero vecinal					
				Disposición	Permanencia	Segregación	Recolección municipal
				A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Componente ambiental	Ambiente físico	Topografía	C ₁		Poco significativo		Medianamente significativo
		Aire	C ₂	Poco significativo	Poco significativo	Poco significativo	Poco significativo
		Suelo	C ₃		Poco significativo	Poco significativo	Medianamente significativo
		Agua	C ₄		No significativo		No significativo
		Riesgos naturales	C ₅		Poco significativo		No significativo
	Ambiente biológico	Flora	C ₆		Significativo		Medianamente significativo
		Fauna	C ₇		Muy significativo	Significativo	Significativo
	Ambiente socioeconómico	Social	C ₈	No significativo	Poco significativo	Poco significativo	Medianamente significativo
		Paisaje	C ₉	Poco significativo	Significativo	Medianamente significativo	
		Económico	C ₁₀	No significativo		Poco significativo	

Por otro lado entre los impactos negativos se tiene uno muy significativo a nivel de la fauna en el ambiente biológico, tres impactos significativos a nivel de ambiente biológico (flora y fauna) y del componente paisaje, un impacto

medianamente significativo en el componente paisaje, nueve impactos poco significativos en todos los componentes ambientes (físico, biológico y socioeconómico) y tres impactos no significativos a nivel del componente socioeconómico y físico (el anexo 4 detalla los puntajes obtenidos y el nivel de significatividad en la escala).

La importancia de los impactos ambientales detallados líneas arriba depende de las condiciones particulares de la localización, geomorfología y demás características de los medios físico, biótico y antrópico, así como las características de los materiales desechados (Banco Interamericano de Desarrollo, 1997). La acumulación de residuos sólidos representa impactos negativos a la estética, degradación del paisaje y la generación de olores ofensivos por la descomposición de materiales orgánicos (Márquez & Rosado, 2011). Barreda (2009) afirma que los residuos depositados en zonas urbanas emiten CH_4 , GEI con un potencial 21 veces mayor que el CO_2 , proponiendo su combustión para la reducción de dicho gas y sus efectos en el calentamiento global. Además, por la presencia de tales gases se presenta el riesgo de incendios en los lugares de acopio por el almacenamiento de materiales combustibles como el papel, cartón y plásticos (Salas & Quesada, 2006).

El manejo inadecuado de los residuos sólidos puede generar significativos impactos para la salud humana, ya que los residuos son fuente de transmisión de enfermedades, ya sea por vía hídrica, por los alimentos contaminados por moscas y otros vectores (Banco Interamericano de Desarrollo, 1997). Bustos (2009) concluye que los botaderos de residuos a cielo abierto generan problemas de salud pública como la reproducción de ratas, moscas y otros transmisores de enfermedades, así como la contaminación del aire y del agua, relacionados principalmente con el almacenamiento, recogida y evacuación de los residuos sólidos, lo que tiene serias repercusiones sobre la flora y fauna circundante, hecho también determinado en esta investigación y en la de Salas & Quesada (2006), donde el factor biológico es el más impactado con una ponderación de “significativo”. Bonfanti (2004) a su vez afirma que las enfermedades pueden producirse por contacto directo con los residuos y por la vía indirecta a través de los vectores o transmisores más comunes como moscas, mosquitos, cucarachas, ratas, perros y gatos callejeros que comen la basura. Existen numerosos estudios

que confirman el deterioro anímico y mental de las personas directamente afectadas por los botaderos de residuos sólidos (Vesco, 2006).

Se hace necesario implantar medidas efectivas de reducción o minimización de residuos con la participación de todos, desde la industria y el comercio hasta la activa participación de la ciudadanía (Bustos, 2009), en vista de la falta educación y responsabilidad ambiental para separar los residuos en la fuente y poder aprovecharlos nuevamente como materia prima para la fabricación de nuevos productos (Castrillón & Puerta, 2004). Asimismo, para estimular procesos como la reutilización de materiales y el reciclaje, será necesario generar una normativa acorde a la realidad de la ciudad de Puno, así como incorporar medios administrativos y técnicos para su aplicación efectiva, promover mecanismos que creen las condiciones propicias a través de un adecuado nivel tecnológico, oportunidades de mercado e incentivos legales para trasladar esta actividad a diferentes grupos de interés.

En función a la metodología presentada el impacto que los botaderos vecinales de residuos sólidos tienen sobre el conjunto de factores ambientales, puede ser considerado como “no significativo”.

4.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS BOTADEROS VECINALES TEMPORALES DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE PUNO

El trabajo de campo realizado para determinar la distribución de los botaderos vecinales de residuos sólidos consistió en visitas directas a dichos lugares de acumulación de residuos dentro de la zona urbana en la ciudad de Puno. La inspección permitió al mismo tiempo realizar la observación, identificación y evaluación de los impactos ambientales que se muestran en el ítem 4.1 de este capítulo.

El cuadro 3 detalla la lista de cada uno de los botaderos identificados, en él se aprecia el código de identificación de las mismas (ID), la ubicación según nombre de la calle, avenida o urbanización disponible en la zona (dirección), la referencia para su mejor ubicación con calles aledañas o distancia próximas a puntos conocidos (referencia), y finalmente las coordenadas UTM este (X) y norte (Y) obtenidas a través del dispositivo Etrex 30 y subidas al software de la empresa Garmin: MapSource.

Cuadro 8. Lista de botaderos vecinales identificados en la ciudad de Puno

ID	Dirección	Referencia	Coordenadas UTM	
			X	Y
RS1	Av. Sesquicentenario	Frente a la escuela de posgrado - al lado de estación SENAMHI	391649	8250075
RS10	Av. Circunvalación norte	Entre Jr. Antonio Raymondi y Jr. Jose Olaya	389701	8249546
RS11	Av. Circunvalación norte	Esquina Jr. Tiahuanaco	389133	8248395
RS12	Av. Circunvalación norte	Esquina Jr. Zarumilla	389319	8248841
RS13	Av. Panamá	Esquina Jr. Aymara	390629	8250427
RS14	Av. Costanera sur	Esquina Av. Primavera	391821	8247181
RS15	Av. Sesquicentenario	Frente al Psje. Huaje	392757	8250363
RS16	Av. la Torre	Esquina Jr. Juan Santos	389724	8249730
RS17	Av. Sesquicentenario	Próximo a la Sonesta Posada del Inca	392292	8250340
RS18	Av. Costanera centro	Esquina Jr. Inca Garcilaso de la Vega	391183	8247994
RS19	Av. Costanera sur	Esquina Jr. 9 de octubre	391402	8247488
RS2	Av. Sesquicentenario	A una cuadra de la Sonesta Posada del Inca	392220	8250292
RS20	Jr. 4 de abril	A media cuadra de la Av. Simón Bolívar cuadra 23	391713	8246991
RS21	Av. Costanera sur	Entre Jr. María Parado Bellido y Jr. 7 de junio	392385	8246966
RS22	Av. el Estudiante	A 250 m de la Av. Panamericana	393151	8245551
RS23	Av. Simón Bolívar	Esquina Jr. Belisario Suarez	391275	8247152
RS24	Jr. Coronel Barriga	Esquina Jr. José Salcedo	390016	8248122
RS25	Av. Circunvalación sur	Esquina Jr. Ayacucho	390033	8247936
RS26	Urb. Torres San Carlos	A una cuadra Av. Leoncio Prado	391313	8245853
RS27	Jr. Santuario de Cancharani	Esquina Jr. Mariscal Nieto	390182	8247372
RS28	Av. Leoncio Prado	Entre Jr. San Agustín y Jr. Urubamba	391254	8245952
RS29	Av. Leoncio Prado	Esquina Jr. Rioja	391573	8245460
RS3	Av. Sesquicentenario	A una cuadra Jr. Miramar	392056	8250285
RS30	Av. Panamericana sur	Salida a Moquegua	391815	8244807
RS31	Jr. Belisario Cano	Esquina Jr. Kunurana	390766	8249727
RS32	Jr. Cancharani	Esquina Psje. San Rafael	390933	8249785
RS33	Ovalo Ramón Castillo	Esquina Jr. Carabaya	390610	8248475
RS34	Av. Costanera sur	Esquina Jr. C. F. Branden	391390	8247664
RS35	Jr. 4 de noviembre	Esquina Jr. Nueva América	391643	8245766
RS36	Av. el Estudiante	Esquina del estadio del Pedagógico Puno	393085	8244782
RS37	Urb. la Rinconada	A 440 m del Tecnológico	392513	8243793
RS38	Av. Orgullo Aymara	A 500 m de la Av. Panamericana este	394028	8245471
RS39	Av. Orgullo Aymara	A 1800 m de la Av. Panamericana este	394995	8244669
RS4	Av. Sesquicentenario	Frente de la UNAP	391205	8249815
RS40	Av. Panamericana este	Cruce Av. Orgullo Aymara	393604	8245785
RS41	Av. Panamá	Esquina Jr. Latinoamérica	390340	8250395
RS42	Av. el Estudiante	Frente a al Jr. los Sauces	393109	8245263
RS43	Av. Circunvalación sur	Esquina Jr. Ignacio Frisancho - en el puente	390265	8247693
RS44	Jr. Teodomiro Gutiérrez	Esquina Jr. General Luis de la Riva	388736	8248068
RS45	Mercado Bellavista	Frente a Psje. Felipe Riveiros	390407	8249267
RS5	Av. Floral	Frente a Jr. Huancayo (Vallecito)	390741	8249523
RS6	Av. Alto de la Alianza	Esquina Jr. 9 de octubre	389645	8250263
RS7	Av. Alto de la Alianza	Media cuadra del Jr. las Dalias	389883	8250120
RS8	Jr. Emilio Valdizan	A una cuadra del Jr. los Romanos	389970	8251334
RS9	Jr. Juliaca	A media cuadra del Jr. Los Romanos	389769	8251252

Los botaderos identificados son 45 en total, ubicados en pasajes, calles, avenidas, parques y jardines del área urbana en la ciudad de Puno, comprendidas desde la zona de Yanamayo por el norte, hasta Salcedo por el sur, y entre el barrio Paxa al oeste hasta el sector de Jallihuaya por el este.

En base a los puntos levantados en campo y analizados en el software MapSource, se generó el mapa de ubicación de los botaderos en el plano catastral de Puno mostrada en el mapa 1 en los anexos. El software utilizado corresponde a ArcMap, en donde a partir de archivos “shape” de los límites distritales, cuencas hidrográficas y el plano catastral de la ciudad de Puno se georeferenciaron las coordenadas UTM de los botaderos vecinales.

El mapa en mención muestra que la distribución es indistinta sin ninguna tendencia de acumulación en la zona norte, centro o este de la ciudad, distribuyéndose de forma aleatoria en toda el área urbana. Una particularidad que se puede deducir es la ubicación de una gran cantidad de ellas en las avenidas principales, posiblemente debido a la gran expansión de estas y por ende una menor presencia de viviendas y sus propietarios, dejando áreas marginales baldías ideales para desechar los residuos sin que los vecinos puedan impedirlo.

Otra particularidad observable es la presencia de una mayor proporción de botaderos en zonas periféricas al centro urbano, una explicación posibles para esta situación es la poca presencia de la Municipalidad Provincial de Puno a través del servicio de recolección de los residuos sólidos, provocando que la población elimine los residuos en las calles y vías de su barrio o urbanización. Situación contraria se observa en el mercado de la ciudad donde la concentración de botaderos es reducida o casi nula, donde es evidente la presencia diaria y frecuente del servicio de recolección municipal de residuos, no solo por parte de los vehículos compactadores, sino también del personal de limpieza pública.

Posteriormente se realizó el conteo de los botaderos por zonas que se muestran en el cuadro 4, demostrándose que el 40 % de los botaderos censados (18 botaderos) se encuentran en la zona norte de la ciudad, el 33.3 % en la zona centro (15 botaderos) y el 26,7 % (12 botaderos) en la zona sur. Estos botaderos vecinales son sitios de disposición final de residuos no controlados presentes en cualquier área urbana, urbano-rural o rural, ya sean en montículos, a campo abierto o simplemente echándola en la calle, tal como lo reporta Cuentas (2009) en la Rinconada, zona norte de la región de

Puno; en este tipo de basureros se depositan desechos de todo tipo sin ninguna restricción, lo que expresa una falla del control sobre el manejo de la basura (Barreda, 2009).

Cuadro 9. Distribución de botaderos por zonas

Zona	Nº Botaderos	%
Norte	18	40,0 %
Centro	15	33,3 %
Sur	12	26,7 %
Total	45	100,0 %

La distribución de los lugares citados en el cuadro 3 y mostrados en el mapa 1, refleja que una gran proporción de los residuos sólidos no siguen una ruta continua en el ciclo del manejo de los residuos sólidos municipales, específicamente entre las etapas de segregación y transporte, teniéndose una sub-etapa de disposición final preliminar de residuos a cielo abierto en vías públicas dentro de la ciudad, dado el descontrol que existe en ellos para el manejo eficiente de los residuos, que se traduce a su vez en un fuerte impacto ambiental (Barreda, 2009). Todo esto refleja que en la ciudad de Puno se tiene un manejo caótico de la basura que requiere atención urgente.

Sobre el tema Barreda (2009) afirma que el manejo y disposición final de los residuos sólidos presenta serias limitaciones en la ciudad de México, situación concordante con la ciudad de Puno, problemas que van desde la inadecuada caracterización de los residuos sólidos urbanos y su valorización bajo criterios de riesgo, en el registro y control de los residuos que se depositan en los sitios de disposición final, en la integración de los inventarios y en la supeditación de su manejo a criterios de rentabilidad económica o política, ignorando o reduciendo prácticamente en su totalidad los criterios ambientales que garanticen la protección del medio ambiente y la salud de la población, traduciéndose todo ello en el aumento en la vulnerabilidad de la zona urbana de la ciudad de Puno.

CONCLUSIONES

- Los impactos generados por la presencia de botaderos vecinales temporales de residuos sólidos en la ciudad de Puno pueden ser considerados como “no significativos”, y la presencia misma de tales depósitos de basura se localizan a lo largo de toda la zona urbana, siendo mayor su presencia en barrios y urbanizaciones que no cuentan con un servicio frecuente de recolección de residuos sólidos.
- Los impactos ambientales generados por los botaderos de residuos sólidos por componente ambiental con carácter negativo representan el 62,96 % tanto en el ambiente físico, biológico como en el socioeconómico; mientras que los impactos positivos alcanzan el 37,04 % exclusivamente en el ambiente socioeconómico y dentro de las actividades de recolección municipal. Los impactos negativos alcanzan el 33,33 % en la actividad “permanencia”, la “disposición” y la “segregación” con 14,81 % de los impactos negativos cada uno. En cuanto a la jerarquización de impactos podemos concluir en que los impactos generados por los residuos sólidos en la ciudad de Puno son “no significativos”.
- Los botaderos vecinales de residuos sólidos identificados en la ciudad de Puno son 45 en total, distribuidos a lo largo de las diferentes urbanizaciones y barrios de la zona urbana. En cuanto a su distribución el 40 % de los botaderos censados (18 botaderos) se encuentran en la zona norte, el 33,3 % en la zona centro (15 botaderos) y el 26,7 % (12 botaderos) en la zona sur de la ciudad. Estos botaderos vecinales también son sitios no controlados de disposición final de residuos, en este tipo de basureros se depositan desechos de todo tipo sin ninguna restricción, lo que expresa una falla del control sobre el manejo de la basura.

RECOMENDACIONES

- Las instituciones con responsabilidad en la gestión y el manejo de los residuos sólidos, es necesario destinar presupuesto para incrementar los estudios sobre los problemas generados por los residuos sólidos en la zona urbana así como los factores que fomentan su presencia y proliferación, para de esta manera contar con información que favorezca su gestión y plantear medidas que mejoren la situación actual de esta problemática mundial.
- Para predecir e inferir el impacto ambiental que los botaderos de residuos sólidos puedan generar en el ambiente de la ciudad, es necesario que la Municipalidad Provincial de Puno, mediante la Gerencia de Medio Ambiente determine localmente a través del Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos (PIGARS) las tasas de descomposición de las diferentes clases de residuos sólidos urbanos. Asimismo, es necesario que se determine las modificaciones en la generación de los residuos debido principalmente a la combinación de estos con residuos de otro tipo, como pueden ser las aguas residuales en los canales de desagües y a orillas del lago Titicaca a cielo abierto; que sobre todo predominan en la zona urbana de la ciudad.
- La proliferación de botaderos de residuos sólidos en las diferentes urbanizaciones y barrios de la ciudad lejos de contribuir a mejorar las condiciones de la sociedad, fortalecerá el caos, por lo que es urgente la coordinación efectiva a nivel interinstitucional que garantice el establecimiento de acuerdos para instrumentar los mecanismos necesarios de vigilancia, control y monitoreo ambiental a la totalidad de sitios reportados en esta investigación, como también permitirá la supervisión a la institución responsable de su manejo a fin de certificar el cumplimiento cabal del marco regulatorio.

BIBLIOGRAFÍA

- Alam, P., & Ahmade, K. (2013). Impact of solid waste on health and the environment. *Special Issue of International Journal of Sustainable Development and Green Economics*, 165-168.
- Aljaradin, M., & Persson, K. (2012). Environmental impact of municipal solid waste landfills in semi arids climates - Case study - Jordan. *The open waste management journal*, 28-39.
- Alvarez, M. (2010). El tratamiento económico de os Residuos Sólidos Urbanos. *VI Encuentro de Economía Pública*, 17.
- Arellano, J. (2002). *Introducción a la Ingeniería Ambiental*. México, D.F.: Alfaomega Grupo Editor.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (1997). *Guía para Evaluación de Impacto Ambiental para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales*. Washington, D.C.: BID.
- Barreda, A. (2009). *Evaluación de los impactos de los residuos sólidos bajo cambio climático en la ciudad de Mexico*. Ciudad de México: Centro cirtual de cambio climático Ciudad de México.
- Basset, O., Lederer, A., Cerda, A., & García, L. (2009). Disposición a pagar por la mejora del servicio de recolección de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Talca. *Panorama socioeconómico*, 68-78.
- Bonfanti, F. (2004). La incorrecta gestión de los residuos sólidos urbanos y su incidencia en la calidad de vida de la población de Resistencia. *Comunicación científica y tecnológica*, 1-4.
- Bustos, C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. *Economía*, 121-144.

- Castrillón, O., & Puerta, S. (2004). Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la Corporación Universitaria Lasallista. *Revista Lasallista de investigación*, 15-21.
- CEMPRE. (1998). *Residuos Sólidos Urbanos: Manual de Gestión Integral*. Montevideo: Talleres gráficos Monteverde S.A.
- CONAMA. (2006). *Informe final: Estudio Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana*. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Consejo Nacional del Ambiente. (2001). *Guía metodológica para la formulación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos (PIGARS)*. Lima: CONAM.
- Cuentas, M. (2009). *Evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por la actividad minera en la rinconada Puno*. Piura, Perú: Facultad de ingenierías, Universidad de Piura.
- Diario oficial El Peruano. (2000). Normas legales: Ley General de Residuos Sólidos. Ley N° 27314. *El Peruano*, págs. 190739-190748.
- Environmental Protection Agency. (1995). *Compilation of air pollutant amission factors - Volumen I: Stationary point and area sources*. Office of Air Quality Planning and Standards .
- Fitch, J., & Garcia, P. (2008). La incidencia de las externalidades ambientales en la formación espacial de valores inmobiliarios: El caso de la Región Metropolitana de Barcelona. *Architecture, City and Environment*, 673-692.
- Fundación Universidad Tecnológica Regional de Mendoza. (2004). *Gestión Integral de Residuo Sólidos Urbanos (SGIRSU)*. Mendoza: Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentables.
- Gabutti, E. (2001). La participación ciudadana en los problemas ambientales urbanos. *Universidad Nacional de San Luis*, 11.
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., & Garmendia, L. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid, España: Pearson educación, S.A.

- Guloso, J., & Rosado, J. (2011). Clasificación e impacto ambiental de los residuos sólidos generados en las playas de Riohacha, La Guajira, Colombia. *Revista de la Facultad de Ingenieria Antioquia*, 118-128.
- HONDUPALMA. (2011). *Manejo de residuos sólidos*. Yoro: SNV.
- IWANDES. (2003). *Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos en la ciudad de Puno*. Puno: CIED.
- Márquez, E., & Rosado, J. (2011). Clasificación e impacto ambiental de los residuos sólidos generados en las playas de Riachacha, la Guajira, Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 118-128.
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental y su reglamento*. Lima, Perú: MINAM.
- Municipalidad Provincial de Puno. (2008). *Plan de Desarrollo Provincial Concertado al 2021*. Puno: Gerencia de Planificación y Presupuesto.
- Municipalidad Provincial de Puno. (2011). *Plan de desarrollo provincial concertado 2011-2021*. Puno, Perú: Gerencia de Planificación y Presupuesto.
- Onwughara , N., Nuorom, C., & Kanno, C. (2010). Issues of roadside disposal habit of municipal solid waste, Environmental impacts and implementation of sound management practices in developing country "Nigeria". *International journal of environmental science and development*, 409-418.
- Pineda, D. (2009). *Aves del Titicaca*. Puno, Perú: Editorial Altiplano.
- Pinka, F., Yan, X., & Tran, Q. (2013). Environmental and health impact of solid waste disposal in developong cities: A case study of Granville Brook Dumpsite, Freetown, Sierra Leone. *Journal of environment protection*, 665-670.
- Prosalud. (2006). *Manuales ambientales guia para actividades de desarrollo en Bolivia: Manejo de Residuos sólidos*. La paz: Editorial Quatro Hnos.
- Reichert, A. (1997). Impact of a toxic waste superfund site on property values. *The Apprasial Journal*, 381-192.
- Salas, J., & Quesada, H. (2006). Impacto ambiental del manejo de desechos sólidos ordinarios en una comunidad rural. *Tecnología de Marcha*, 9-16.

- Sarmiento, A. (2008). *Contaminación ambiental generado por los residuos sólidos municipales y su influencia en la calidad de vida de la población de Desagüadero*. Puno: Tesis presentada para optar el grado académico de Magister Scientiae en Tecnologías de Protección Ambiental.
- Smith, A., Brown, K., Ogilvie, S., Rushton, K., & Bates, J. (2001). *Waste management options and climate change*. Luxembourg: European communities.
- Valderrama, A. (2006). *Manejo de residuos sólidos y salud de familias que habitan proximas a la bahía interior del lago Titicaca*. Puno: Tesis presentada para optar el grado de Magister Scientiae en Salud Pública con mención en Epidemiología.
- Vargas, J., & Link, O. (1999). *Introducción a la ciencia ambiental para ingeniería*. Concepción, Chile: Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción.
- Vesco, L. (2006). *Residuos Sólidos Urbanos: su gestión integral en Argentina*. Argentina: Universidad Abierta Interamericana.
- Zaror, C. (2000). *Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos*. Concepción, Chile: Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Concepción.



ANEXOS

Anexo 1. Matriz de identificación de impactos ambientales de los botaderos vecinales

		Actividades en el botadero vecinal				
		Disposición	Permanencia	Segregación	Recolección municipal	
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	
Componente ambiental	Ambiente físico	Topografía C ₁		X		X
		Aire C ₂	X	X	X	X
		Suelo C ₃		X	X	X
		Agua C ₄		X		X
		Riesgos naturales C ₅		X		X
	Ambiente biológico	Flora C ₆		X		X
		Fauna C ₇		X	X	X
	Ambiente socioeconómico	Social C ₈	X	X	X	X
		Paisaje C ₉	X	X	X	
		Económico C ₁₀	X		X	

Anexo 2. Indicadores utilizados en el método CRI

Indicador	Código	Peso	Valores asignados	
			Min.	Max.
Carácter	C		-	+
Intensidad	I	33,3 %	1	10
Extensión	E	33,3 %	1	10
Duración	D	33,3 %	1	10
Magnitud	M	40,0 %	1	10
Reversibilidad	RV	30,0 %	1	10
Riesgo o probabilidad	RG	30,0 %	1	10

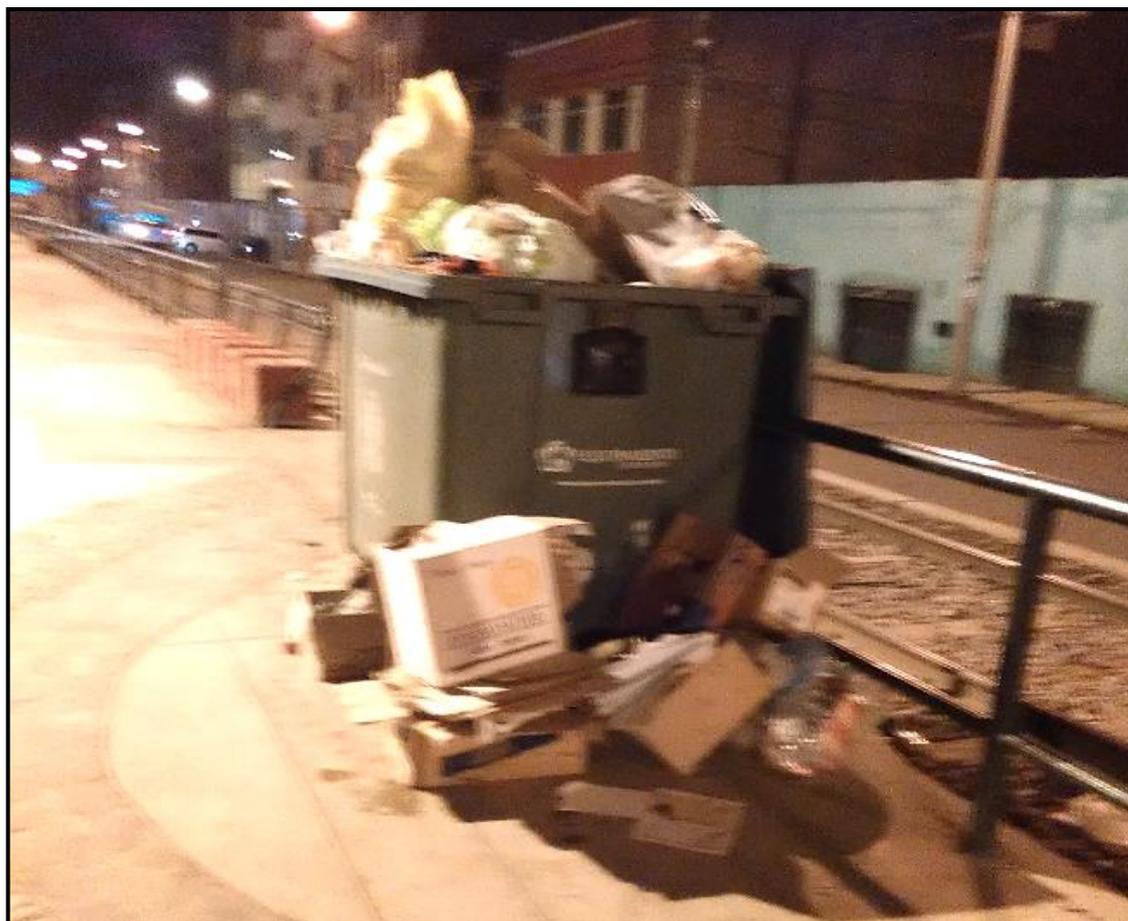
Anexo 3. Matriz de calificación y Valor de Índice Ambiental (VIA) método de Criterios Relevantes Integrados

		Actividades en el botadero vecinal					
		Disposición	Permanencia	Segregación	Recolección municipal		
		CRI	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	
Ambiente físico	Topografía	C ₁	C		-		+
			I		5.0		5.0
			E		1.0		1.0
			D		1.0		1.0
			M		2.3		2.3
			RV		1.0		1.0
			RG		10.0		10.0
	VIA		2.8		4.5		
	Aire	C ₂	C	-	-	-	+
			I	10.0		5.0	10.0
E			1.0		1.0	5.0	5.0
D			1.0		1.0	1.0	1.0
M			4.0		2.3	5.3	5.3
RV			1.0		1.0	1.0	1.0
RG			10.0		5.0	10.0	10.0
VIA	3.5		2.3	3.9	3.9		
Suelo	C ₃	C		-	-	+	
		I		5.0		5.0	10.0
		E		1.0		1.0	1.0
		D		1.0		1.0	1.0
		M		2.3		2.3	4.0
		RV		1.0		1.0	5.0
		RG		5.0		5.0	5.0
VIA		2.3		2.3	4.6		
Agua	C ₄	C		-	-	+	
		I		1.0		1.0	1.0
		E		1.0		1.0	1.0
		D		1.0		1.0	1.0
		M		1.0		1.0	1.0
		RV		1.0		1.0	1.0
		RG		10.0		10.0	1.0
VIA		2.0		2.0	1.0		
Riesgos naturales	C ₅	C		-	-	+	
		I		10.0		10.0	5.0
		E		1.0		1.0	1.0
		D		1.0		1.0	1.0
		M		4.0		4.0	2.3
		RV		1.0		1.0	1.0
		RG		10.0		10.0	1.0
	VIA		3.5		3.5	1.4	
	Flora	C ₆	C		-	-	+
			I		5.0		5.0
E				1.0		1.0	1.0
D				10.0		10.0	5.0
M				5.3		5.3	3.6
RV				5.0		5.0	5.0
RG				10.0		10.0	10.0
VIA		6.3		6.3	5.4		
Fauna	C ₇	C		-	-	+	
		I		10.0		5.0	10.0
		E		1.0		1.0	1.0
		D		10.0		10.0	10.0
		M		6.9		5.3	6.9
		RV		10.0		10.0	10.0
		RG		10.0		5.0	5.0
VIA		8.6		6.3	7.0		
Social	C ₈	C	-	-	+	+	
		I	1.0		5.0	10.0	10.0
		E	1.0		1.0	1.0	1.0
		D	1.0		1.0	1.0	1.0
		M	1.0		2.3	4.0	4.0
		RV	1.0		5.0	1.0	5.0
		RG	1.0		5.0	10.0	10.0
	VIA	1.0		3.7	3.5	5.6	
	Paisaje	C ₉	C	-	-	-	-
			I	5.0		10.0	5.0
E			10.0		10.0	10.0	10.0
D			1.0		5.0	1.0	1.0
M			5.3		8.3	5.3	5.3
RV			5.0		5.0	5.0	5.0
RG			1.0		10.0	5.0	5.0
VIA	3.2		7.5	5.1	5.1		
Económico	C ₁₀	C	-	-	+	-	
		I	1.0		10.0	10.0	10.0
		E	1.0		1.0	1.0	1.0
		D	1.0		1.0	1.0	1.0
		M	1.0		4.0	4.0	4.0
		RV	1.0		1.0	1.0	1.0
		RG	10.0		10.0	10.0	10.0
VIA	2.0		2.0	3.5	3.5		

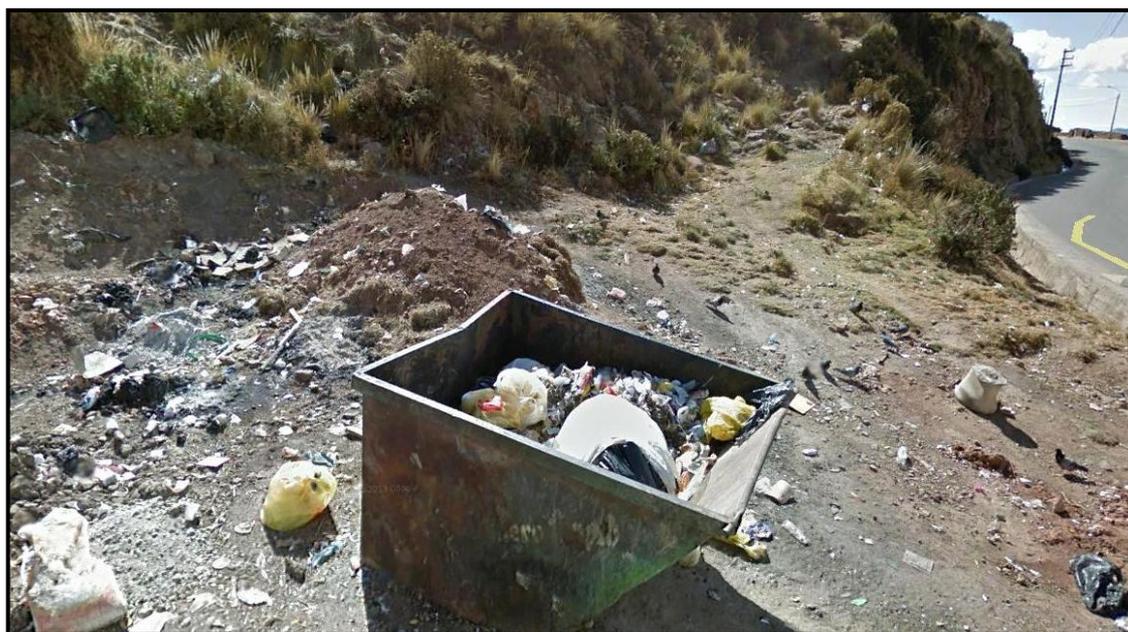
Anexo 4. Matriz resumen de la valoración de impactos ambientales y significancia del impacto

		Actividades en el botadero vecinal				Efecto total		
		Disposición	Permanencia	Segregación	Recolección municipal			
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄			
Componente ambiental	Ambiente físico	Topografía	C ₁	-2.79 Poco significativo		4.52 Medianamente significativo	1.73	
		Aire	C ₂	-3.46 Poco significativo	-2.27 Poco significativo	-3.88 Poco significativo	3.88 Poco significativo	-5,73
		Suelo	C ₃		-2.27 Poco significativo	-2.27 Poco significativo	4.55 Medianamente significativo	-0,02
		Agua	C ₄		-1.99 No significativo		1.00 No significativo	-0.99
		Riesgos naturales	C ₅		-3.46 Poco significativo		1.40 No significativo	-2.06
	Ambiente biológico	Flora	C ₆		-6.29 Significativo		5.42 Medianamente significativo	-0.88
		Fauna	C ₇		-8.64 Muy significativo	-6.29 Significativo	7.01 Significativo	-7.91
		Social	C ₈	-1.00 No significativo	-3.67 Poco significativo	3.46 Poco significativo	5.61 Medianamente significativo	4.40
	Ambiente socioeconómico	Paisaje	C ₉	-3,15 Poco significativo	-7.52 Significativo	-5,11 Medianamente significativo		-15,76
		Económico	C ₁₀	-1.99 No significativo		3.46 Poco significativo		1.47
Total absoluto			-9.60	-38.89	-10.63	33.39	-25,72	

Anexo 5. Panel fotográfico



Disposición inadecuada de residuos en contenedor de la avenida Floral



Permanencia de residuos en un botadero de la avenida Circunvalación norte



Botadero en la zona de la Av. Circunvalación norte, barrio José Antonio Encinas (RS11)



Segregación de residuos por pepenadores en la avenida Floral



Recolección municipal de residuos sólidos en arterias de la ciudad de Puno



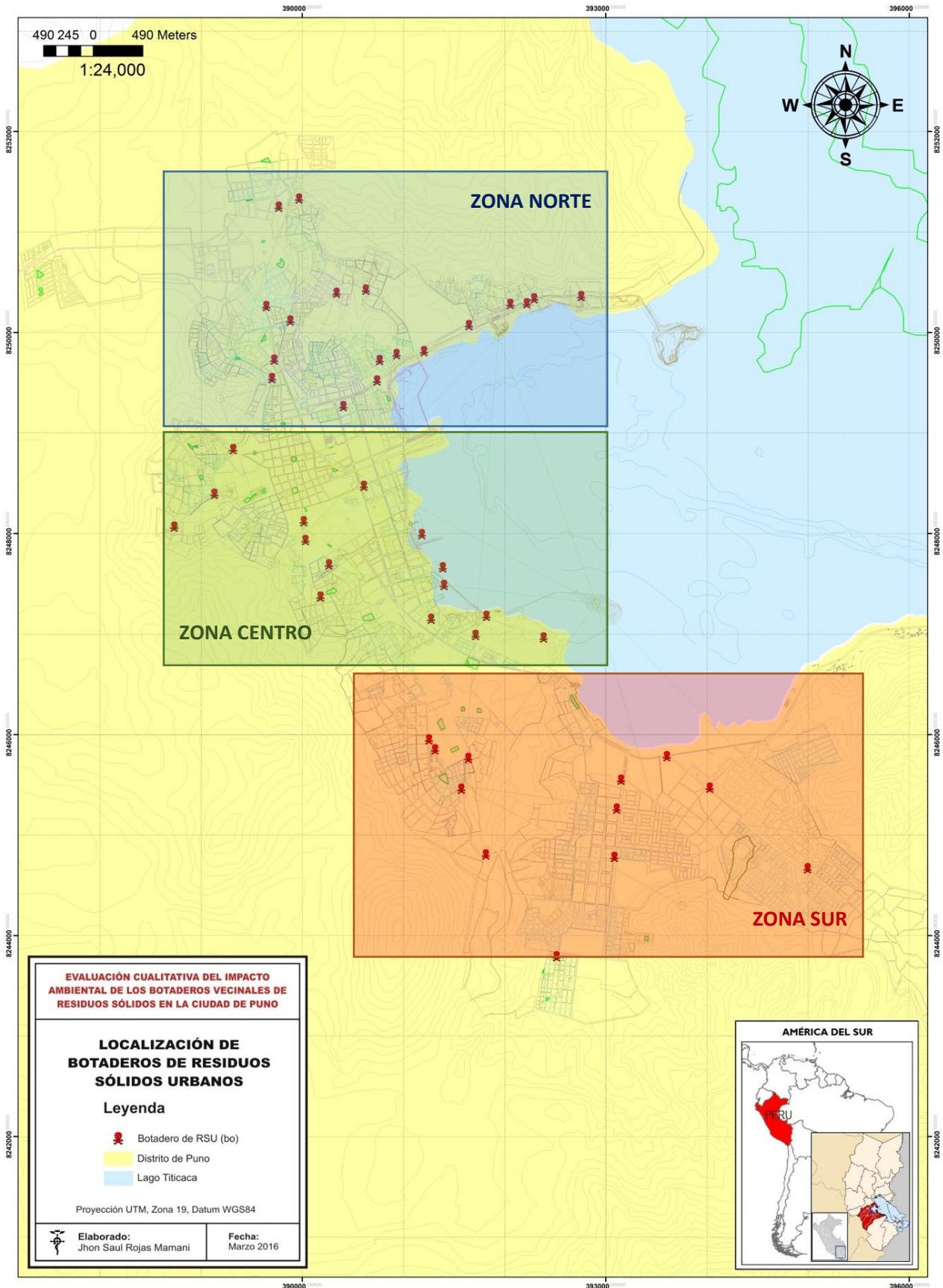
Contaminación de suelo y agua por lixiviados generados por la acumulación de los residuos sólidos



Contaminación de flora y fauna por los residuos sólidos en botaderos vecinales



Proliferación de vectores en los botaderos de residuos sólidos



Mapa 1. Mapa de ubicación de botaderos vecinales de residuos sólidos en la ciudad de Puno