

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ECONÓMICA



TESIS

**“DETERMINANTES DE LA SEPARACIÓN Y MANEJO DE
LOS RESIDUOS SÓLIDOS: UN ESTUDIO DE CASO PARA
LA CIUDAD DE PUNO”**

SEGUNDA FASE DEL EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO ECONOMISTA

PRESENTADO POR

BACH. FREDDY CARRASCO CHOQUE

**PUNO - PERÚ
2007**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA

**“DETERMINANTES DE LA SEPARACIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS: UN ESTUDIO DE CASO PARA LA CIUDAD DE PUNO”**

SEGUNDA FASE DEL EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO ECONOMISTA

Presentado Por: FREDDY CARRASCO CHOQUE

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

Presidente:

MSc. Félix Olaguivel Loza

Primer Jurado:

MSc. Guilfredo Zegarra Martínez

Segundo Jurado:

MSc. Raúl Rojas Apaza

Tercer Jurado:

MSc. Alfredo Calatayud Mendoza

Director:

MSc. Alcides Huamani Peralta

Puno – Perú
2007

DEDICATORIA

Deseo dedicar mi trabajo, en primer lugar a Dios, por las oportunidades tan maravillosas que me ha brindado en la vida. A mis padres Víctor Carrasco y Agustina Choque, quienes siempre han estado allí para amarme, apoyarme y contribuir en mi crecimiento como persona y como profesional, a ustedes les debo todo el éxito que he conseguido en la vida y mucha gratitud infinita. A mis hermanos Martha, Celpa, Percy, Gladys y Mary a quienes adoro y quienes me motivaron y confiaron plenamente en la culminación de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, especialmente a la Facultad de Ingeniería Económica, por haberme acogido en sus aulas y contribuido en mi formación profesional y personal. A los docentes de la Facultad de Ingeniería Económica, por sus valiosas enseñanzas y experiencias que invirtieron a lo largo de mi formación profesional. Al personal de la Biblioteca especializada por brindarme toda su amistad y apoyo. Y a todas aquellas personas que en forma directa e indirecta hicieron posible la culminación de este documento; gracias por siempre!!!

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2.1. Composición y Clasificación de los Residuos Sólidos.....	13
2.2. Manejo de Residuos Sólidos en la Ciudad de Puno.....	14
2.3. Antecedentes Legales.....	15
III. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	17
IV. MARCO TEÓRICO.....	20
4.1. Modelo Teórico.....	20
V. APLICACIÓN PRACTICA DE SOLUCIONES.....	26
5.1. Base de Datos.....	26
5.2. Definición de Variables.....	28
5.3. Modelo Econométrico.....	29
VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	31
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS.....	42

Listado de Cuadros:	Pág.
Cuadro Nro 1: Resumen de Estadísticas Descriptivas de las Variables del Modelo	28
Cuadro Nro 2: Resultado Econométrico del Modelo Probit determinantes de REC.	31
Cuadro Nro 3: Resultado Econométrico de Efectos Marginales de REC.	35

Listado de Gráficos:

Grafico Nro 1: Comportamiento de la Edad respecto a la probabilidad Reciclaje	34
---	----

Listado de Anexos:

Anexo Nro 1: Composición y Clasificación de Residuos Sólidos en el Relleno Sanitario de la Cuidad de Puno.	42
Anexo Nro 2: Resultados de la Encuesta de Reciclaje.	44
Anexo Nro 3: Resultados Económicos.	45

RESUMEN.

Dado que la generación de Residuos Sólidos (RS) se incrementa año tras año ocasionando problemas ambientales, económicos y sociales. El presente trabajo para la ciudad de Puno – Perú, trata de identificar los determinantes que influyen en la decisión de los hogares de reciclar algún material y de plantear una política ambiental para el manejo adecuado de los RS al mínimo costo para la ciudad; a través del modelos de elección discreta (Probit), y utilizando una encuesta sobre reciclaje de RS y las características socioeconómicas de 390 hogares de la ciudad de Puno, el objetivo es determinar los factores que influyen en la participación del reciclaje de algún material de residuos sólidos por parte de los hogares. Los resultados muestran que el conocimiento de los beneficios del reciclaje, nivel de educación, el género y el ingreso del hogar tienen mayor influencia en la decisión de reciclar algún material de RS en los hogares. Mientras que el tamaño familiar no influye en la decisión de reciclar, respecto a la edad de la persona, indica que cuando las personas son jóvenes no tienen mucho interés en participar en el reciclaje, debido a que tiene poca exposición al problema y ello cambia cuando la edad aumenta, ya que se espera que hasta cierto punto adquieran una mayor conciencia de los beneficios de reciclaje y de los costos asociados a no reciclar. A partir de los resultados se plantea algunas políticas ambientales municipales estratégicas de acción que se debería realizar para el manejo adecuado, por parte de los tomadores de decisiones de la Municipalidad de Puno.

Palabras claves: Residuos Sólidos, Reciclaje, Hogares, Probit.

Clasificación JEL: Q2, H2

ABSTRACT

Since the generation of Solid Residuals (RS) year it is increased after year causing environmental, economic and social problems. The present work for the city of Puno - Peru, tries to identify the determinant that influence in the decision of the homes of recycling some material and of outlining an environmental politics for the appropriate handling from the RS to the minimum cost for the city; through the models of discreet election (Probit), and using a survey has more than enough recycle of RS and the socioeconomic characteristics of 390 homes of the city of Puno, the objective is to determine the factors that influence in the participation of the recycle of some material of solid residuals on the part of the homes. The results show that the knowledge of the benefits of the recycle, education level, the gender and the entrance of the home have bigger influence in the decision of recycling some material of RS in the homes. While the family size doesn't influence in the decision of recycling, regarding the person's age, it indicates that when people are young they don't have a lot of interest in participating in the recycle, because he/she has little exhibition to the problem and it changes it when the age increases, since it is expected that to a certain extent they acquire a bigger conscience of the recycle benefits and of the associated costs to not recycling. Starting from the results he/she thinks about some strategic municipal environmental politicians of action that he/she should be carried out for the appropriate handling, on the part of the drawees of decisions of the Municipality of Puno.

Key words: Solid residuals, recycle, Homes, Probit.

Classification JEL: Q2, H2

I. INTRODUCCIÓN

El manejo de residuos sólidos (RS) en los hogares a nivel internacional, se ha convertido en uno de los problemas ambientales más fundamentales, hace 30 años la generación de residuos por persona era aproximadamente de 200 a 500 gr/hab/día; mientras hoy llega cerca de 500 a 1.000 gr/hab/día. En los países desarrollados, la proporción es de dos a cuatro veces mayor frente a los países en desarrollo; asimismo otros estudios sostienen que el problema no radica solamente en la cantidad sino también en la calidad, es decir, con composiciones orgánicas altas, y crecientes de materiales tóxicos (Enkerlin, 1997).

La cantidad diaria de residuos sólidos urbanos que se genera en la actualidad en América Latina asciende aproximadamente a 500.000 toneladas, estiman que sólo 75% es recolectada y de ella sólo 30% se dispone en rellenos sanitarios. Predominan los botaderos a cielo abierto con quema indiscriminada de desechos y sin tratamiento de lixiviados, situados muchas veces en áreas densamente pobladas (PNUMA ,2000). En el Perú este problema del manejo de residuos sólidos en los hogares, es considerado un serio problema ambiental para los gobiernos municipales a nivel nacional, ya que la mayoría de estos carecen de sistemas adecuados para el manejo de procesamiento y disposición final de los residuos sólidos. (Valderrama y Córdova, 2003).

La creciente generación de RS se torna en un problema adicional, que justifica la búsqueda de alternativas de disposición final de RS, económica y ambientalmente eficientes. Este problema es prioritario debido a, entre otros, la ausencia de un marco de apoyo a la introducción de tecnologías limpias para la disposición final de residuo, la ausencia de un marco normativo que defina la responsabilidad de los sectores productivos en la generación, manejo y disposición de residuos postconsumo; y la ausencia de conciencia ciudadana sobre la relación entre los residuos, el ambiente y la economía.

La recuperación de los residuos sólidos, con el objeto de reincorporar al ciclo productivo una gran parte de los mismos, es una actividad que parece urgente y necesaria en el contexto actual de manejo de los residuos sólidos en el Perú. Una parte importante de la cadena de recuperación de residuos sólidos es la decisión del hogar de separar en la fuente, es decir, la clasificación de los residuos sólidos generados por el hogar en el sitio donde se generan para su posterior recuperación (Domínguez, 2004). En éste sentido, es pertinente identificar los factores que influyen la decisión del hogar de separar en la fuente o no hacerlo. Para tal efecto, conviene señalar las ventajas y desventajas de esta forma de separación.

Dentro de las ventajas de la separación en la fuente se encuentra que ésta evita que los materiales se contaminen, lo cual implica que sea más fácil su posterior reincorporación al ciclo productivo, una mayor parte de los mismos se reutilicen y la calidad del material reutilizable sea mejor a la que obtendría de haberse contaminado.

Por otra parte, la separación en la fuente supone que las personas se involucran directamente en el manejo de residuos sólidos y pueden llegar a comprender la problemática ambiental en torno a este tema, lo cual es un beneficio social de la separación en la fuente.

Una de las mayores desventajas que pueden existir de la separación en la fuente es la asociada a los costos de recolección de manera selectiva, que pueden dar lugar a que el análisis costo-beneficio de esta forma de separación sea negativo. No obstante, este análisis depende de la forma que se elija para la recolección de los materiales que se separan en la fuente, ya que se puede hacer mediante la instalación de centros de acopio de reciclaje (p.ej. Planta de tratamiento de RS), recolección por rutas especiales y recolección con clasificación en el vehículo (Giraldo, 2000).

La cadena de recuperación de residuos sólidos va más allá de la decisión de los hogares. Por tanto es importante tener en consideración a los demás actores sociales involucrados en esta actividad, como por ejemplo los recicladores y las empresas prestadoras del servicio de aseo. Pueden llegar a influir sobre la decisión del hogar la existencia de redes organizadas o no de recolección selectiva de residuos sólidos, y el funcionamiento adecuado de un mercado de los productos reciclados.

Investigar los determinantes del manejo y separación de residuos sólidos constituye un elemento muy trascendental ya que la información servirá como herramienta de política para el análisis ex ante de proyectos relacionados con mejoras

en el manejo de RS. También puede ser de gran importancia para el diseño e implementación de una Política Ambiental Municipal, la cual permita establecer con objetividad las metas ambientales para el corto y largo plazo respecto al manejo adecuado de RS, ya que en nuestro medio son escasos los estudios relacionados a la separación y manejo de RS.

Con base en lo anterior justificación y planteamiento del problema el presente trabajo tiene como objetivo estimar un modelo de elección de separación en la fuente por parte de los hogares puneños, con el fin de identificar los determinantes que influyen en la decisión de estos, de reciclar algún material y de Plantear una política ambiental para el Manejo adecuado de los residuos sólidos al mínimo costo en la ciudad de Puno.

El presente trabajo está organizado en ocho secciones. La sección 2 presenta la situación actual del manejo de los RS en la ciudad de Puno, la composición y clasificación de los RS y los aspectos legales. La sección 3 muestra la revisión de literatura relacionada con el manejo de RS. La sección 4 describe el marco teórico relacionado con el modelo teórico. La sección 5 describe la metodología de la estimación empírica, la base de datos, definición de variables y el modelo econométrico. En la sección 6 ilustra los resultados y la evidencia empírica encontrada. En la sección 7 se presentan las principales conclusiones y recomendaciones de política y finalmente en la sección 8 encontramos las referencias bibliográficas.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La Ciudad de Puno se encuentra ubicada al sur del Perú, a orillas del lago Titicaca y sobre los 3,827 m.s.n.m. tiene una población de 112,981 ha. y 18,000 hogares¹ aproximadamente y el volumen promedio de generación de residuos sólidos actualmente en la ciudad de Puno es de 70 TM al día, la misma que ha sobrepasado la capacidad de recolección, ya que la cobertura de atención diaria de recojo de residuos sólidos por parte de la división de saneamiento ambiental alcanza el 58% que corresponde al área urbana y la población urbano marginal no atendida representa el 42% (CIED, 2003).

Los residuos domésticos son recolectados mediante el sistema de recolección por campaña, estas son trasladados y dispuestos en el relleno sanitario que se encuentra ubicado a 8 Kilómetros del centro de la Ciudad, sobre el eje de la carretera Puno – Moquegua (Cancharani). Este lugar está provisto de algunas instalaciones y equipos como: zanja para drenaje de aguas pluviales, tubo para escape de gases, cerco, entre otros.

Es un hecho que la tasa de generación de residuos de la ciudad de Puno aumenta año tras año, tanto por el crecimiento de la población, como por la ausencia de incentivos regulatorios que conduzcan a la disminución del nivel per cápita de producción y/o a la reducción del volumen de residuos a disponer. Uno de los factores

¹ Según Instituto Nacional de Estadística e Informática – Censo Nacional del 2005

que tradicionalmente ha influido en el nivel de producción de residuos sólidos tiene que ver con el nivel de ingreso per cápita (Mahar, 1999) Siguiendo esta tendencia, es de esperarse que aumentos en el ingreso generen aumentos de los residuos sólidos.

2.1. Composición y Clasificación de los Residuos Sólidos.

El 53% de residuos sólidos generados por los hogares en la ciudad de Puno son orgánicos y 47% de residuos son inorgánicos. En el Cuadro 01 del Anexo Nro 1 se aprecian dos tipos o bloques de datos (RS. Compactados y No compactados) muestreados en ocho puntos del relleno sanitario, esto se debe a que en la apreciación preliminar realizada por observación directa, comprobamos que el relleno sanitario ha colapsado, ya que el área delimitada como “Poza de Relleno” o de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) había desbordado su capacidad, la ultima capa compactada era antigua, existiendo RSU recientes y no compactados en los alrededores, de los cuales, por acción de vientos se desprendían grandes cantidades de plásticos y materiales livianos, los cuales contaminan el medio ambiente circundante, especialmente la zona sur oeste, razón por la cual se decidió muestrear a ambas zonas del relleno (Valderrama y Córdova, 2004).

En la figura 2 del Anexo 1 se observa que los residuos orgánicos que se identificaron el 55.12% son desechos de cocina, 24.32% de papeles y cartones, 4.02% de heces, 16.13% de huesos y 2.8% de maderas; mientras que en la figura 3 del Anexo 1 se observa los residuos sólidos inorgánicos y se hallaron que las bolsas de plástico

componen en un 28.46%, botellas PET 35.07%, latas 14.37%, telas sintéticas 9.80%, caucho 4.71% y otros 7.6% (ver anexos). Generalmente el hogar es quien genera más cantidad de residuos sólidos y en mayor cantidad siempre hallamos residuos de cocina, plástico y otros como lo muestra la Figura 4 del Anexo 1, de la Composición de los Materiales de Residuos Sólidos en los Hogares de Puno; en este sentido, es pertinente identificar los factores que influyen la decisión del hogar de separar o no los RS de la fuente.

De acuerdo a la encuesta sobre el reciclaje de residuos sólidos y las características socioeconómicas en los hogares de la ciudad de Puno, (Ver Anexo 2: Resultado de las Encuestas) el 23% de los hogares participan en el reciclaje de algún material de RS, y el 77% no recicla ni participa en el reciclaje de algún material de R.S. así mismo, cabe señalar que solamente el 54% de los hogares conocen sobre beneficios del reciclaje, y 46% de los hogares no las conocen. Por todo lo anterior podemos sostener que el sistema de manejo de residuos sólidos en la ciudad es deficiente, y requiere estudios de políticas ambientales para el manejo adecuado.

2.2. Manejo de Residuos Sólidos en la Ciudad de Puno.

La recolección de los Residuos Sólidos en la ciudad no se realiza de manera separada de acuerdo a la clase de residuos, ya que cuando recoge el camión los revuelve y estos son transportados directamente hasta el sitio de disposición final (relleno sanitario) sin realizar un previo tratamiento y una vez en ella, los residuos sólidos son dispuestos sin

realizar un proceso de separación alguno, generando contaminación por todos lados, el botadero produce lixiviados, las cuales terminan en la parte baja donde hay un riachuelo, en cuyo alrededores se pasta ganado. Adicionalmente, actualmente, no existe un programa formal por parte del municipio dirigido a la reducción de la producción de residuos sólidos por parte de los hogares ni tampoco de aprovechamiento o reciclaje.

Las tarifas del servicio público de aseo no tienen en cuenta el volumen o peso de los residuos sólidos realmente producidos por los usuarios, en consecuencia, el aumento o disminución de los residuos sólidos por parte del hogar no tiene impacto sobre la tarifa. El que por cierto es solamente S/. 0.70 al mes y que la Municipalidad gasta cada año más de S/. 1 000 000 para limpiar la ciudad.

2.3. Antecedentes Legales.

Existen normas legales que contemplan el manejo de residuos sólidos:

Constitución Política del Perú de 1993; Artículos 2 (inciso 22), 7 y 66 al 69;
Art.2º.- Toda persona tiene derecho: 22. A (...) gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales; Decreto Legislativo N° 613, del 7 de septiembre de 1990. Son Normas generales de aplicación a todos los

sectores y establece, entre otros, el principio de la prevención ambiental y el de contaminador/pagador así como los estudios de evaluación de impacto ambiental (EIA) y de ordenamiento territorial o zonificación ambiental. Art. 16 Prohibición de internar residuos o desechos “Esta prohibido internar al territorio nacional residuos o desechos, cualquiera sea su origen o estado material, que por su naturaleza, uso o fines resulten peligrosos o radiactivos”.

Ley General de Residuos Sólidos; Ley N° 27314 del 21 de julio del año 2000.

Norma encaminada a asegurar la gestión y el manejo de los residuos sólidos de una forma Sanitaria y Ambientalmente adecuada, basada en los principios de prevención de los riesgos ambientales, protección a la Salud y el bienestar de toda la sociedad. Art. 10 las Municipalidades Provinciales y Distritales son los responsables por la prestación de los servicios de recolección y transporte de los residuos sólidos, de la limpieza de vías, espacios y monumentos públicos en su jurisdicción. Los residuos sólidos en su totalidad deberán ser conducidos directamente a la planta de tratamiento, transferencia o al lugar de disposición final autorizado por la Municipalidad Provincial, estando obligados los Municipios Distritales al pago de los derechos correspondientes.

A pesar de esta ley que obliga a las municipalidades a elaborar Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (Planes PIGARS), por diversas razones, la Municipalidad de Puno todavía no ha podido cumplir con este mandato de Ley. En este contexto, en Puno se adolece de un marco referencial integral para

impulsar acciones de mejoramiento del servicio de limpieza pública en beneficio de salud de la población.

Como podemos observar existen los instrumentos legales suficientes para dar inicio a la gestión de los residuos sólidos; en marco de sus funciones es conveniente que la Municipalidad actualice la información relacionada con la gestión de residuos sólidos, en el que además se determine la calidad y cantidad de materiales reciclables con fines industriales.

III. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Existen varios estudios a nivel nacional e internacional sobre el manejo de residuos sólidos en los hogares, para nuestro caso citaremos algunos de ellos, quienes enfocan sus estudios en uso de los instrumentos económicos:

Jakus Paul, Tiller Kelly; y Park William (1996) *“Generation of Recyclables by Rural Households”*. En su artículo sostiene, que es posible aumentar el reciclaje en los hogares, a través de la adopción de programas que incentiven a los hogares invertir poco tiempo en el reciclaje. Mediante el uso del método empírico “Probit Multinomial”, estiman la generación de reciclaje por los hogares, donde los usuarios responden positivamente a reciclar el papel pero no vidrio. Igualmente, encontraron que existen costos pequeños de promover medidas a favor del reciclaje. Por otro lado, estiman la DAP mensual por reciclar que es de US \$ 5.78 por hogar. Finalmente,

concluyen que los programas deben estar dirigidos a promocionar el reciclaje como un bien público que beneficia a todos y que disminuye los costos de disposición final.

Palmer Karen, Sigman Hilary y Wall Margaret (2000) en su artículo *“The Determinants of Household Recycling: A Material Specific Analysis of Recycling Program Features and Unit Pricing”*, nos muestran el desarrollo de un modelo de equilibrio parcial de generación y reciclaje de desechos para evaluar el costo de aplicar políticas para reducir la disposición de desechos sólidos. Para ello, usan la elasticidad de oferta y demanda, considerando los precios y cantidades de residuos sólidos en los EE UU de los años 90. Con este modelo, evalúan tres políticas públicas para la reducción de los desechos; i) deposito-reembolso; ii) adelanto de una cuota para la disposición de los desechos; y iii) un subsidio de reciclaje. Los autores ilustran efectos de las tres políticas sobre las fuentes de reducción y reciclaje en materias reciclables que comprenden 56 % de los desechos sólidos municipales como: aluminio, vidrios, papeles, plástico, y acero. Los resultados proveen información acerca de costos de reducción municipal de residuos sólidos municipales por varias políticas.

Los autores concluyen que la mejor política para reducir la disposición de desechos sólidos municipales a través del análisis de mínimo costo es el depósito – reembolso. Así mismo, sugieren que la reducción de residuos sólidos en un 7.5 % podría ser óptimo, desde la perspectiva del análisis de beneficio-costos.

Calcott Paul & Walls Margaret (2002) en su artículo sobre *“Waste, Recycling, and Design for Environment: Roles for Markets and Policy Instruments”*, analizan instrumentos de políticas para el reciclaje de los residuos sólidos, a través del análisis de un modelo de equilibrio general, considerando cinco etapas del ciclo del producto: extracción, producción, consumo, reciclaje, y disposición de materiales de los residuos sólidos. Sostienen que los consumidores tienen dos opciones a elegir el reciclaje sin pago y el reciclaje con pago, esta última incluye los costos de transacción; los productores también escogen el tipo de materiales a producir, considerando el peso y grado del material reciclable.

Así mismo, sostienen que los instrumentos de política, debe ser orientada a la reducción de los desechos por medio del reciclaje de los residuos sólidos.

Finalmente, plantean la implementación de un óptimo restringido, señalando que un modesto deposito-reembolso es menos restringido que el impuesto pigouviano combinado con un deposito/reembolso común aplicado a todos los productos.

Kinnaman, C. Thomas y Fullerton, Don (1999), sobre *“The Economics of Residential Solid Waste Management”*, indica tendencias recientes en residuos sólidos y reciclaje relacionadas a políticas públicas. La atención pública para los residuos sólidos y reciclaje ha crecido drásticamente a lo largo de década pasada tanto en los Estados Unidos como en Europa. En este documento, los autores desarrollan modelos de mercado para regular los residuos sólidos y las actividades de reciclaje. Emplean

diferentes factores que contribuyen a la generación de desechos y reciclaje residenciales. Finalmente estiman la disponibilidad de muchas políticas como opciones para emplearlo.

Domínguez, Carolina (2004), *“Determinantes de la Separación de Residuos Sólidos de la Fuente: La Evidencia de Bogotá”*-Tesis-Maestría. En su artículo abarca a la ciudad de Bogotá. Mediante la estimación del modelo Probit, calcula los efectos sobre la decisión de reciclar que tendría el establecimiento de una tarifa que dependiera del volumen y peso producido por los hogares bogotanos. Asimismo, indica que los hogares responden positivamente a las restricciones introducidas por la tecnología de producción de los hogares, tales como el tiempo en la separación y el espacio para el almacenamiento del material reciclado. A partir de esto, concluye que los programas deben ser orientados a reducir el tiempo de separación en la fuente de los residuos, proponer métodos adecuados para el almacenamiento del material reciclable, con fin de reducir el espacio destinado al material reciclado.

IV. MARCO TEÓRICO.

4.1. Modelo Teórico.

El marco teórico de este trabajo se basa en un modelo desarrollado por Jakus, Tiller y Park, (1996). En el modelo se asume que no existen incentivos económicos explícitos para la reducción/separación, como podrían ser un esquema de depósito-reembolso o

una penalización por no separar los residuos sólidos o reducirlos. En el caso peruano, en general, no existe un esquema de medidas de comando y control o de instrumentos económicos dirigidos a este fin. En concordancia con lo anterior, se asume una tarifa plana (F), es decir, una tarifa que el usuario debe pagar por el servicio de aseo, que incluye componentes adicionales a la recolección y transporte de residuos de origen doméstico. Esto significa que el volumen o peso de los residuos sólidos producidos por el hogar no tiene influencia sobre la tarifa, salvo la excepción prevista para el caso de la opción tarifaria de multiusuario.

En el modelo se considera que los residuos sólidos producidos por el hogar (T) dependen de la cantidad de insumos (x) asociados al consumo del bien Z , donde x es un vector $n \times 1$, de acuerdo con la función $T(x)$, donde $T_x > 0$. El total de los residuos sólidos producidos por el hogar son divisibles en dos fracciones, a saber: No reciclables (G) y Reciclables (R). La cantidad de cada una de estas fracciones viene determinada por la cantidad de insumos (x) y del tiempo dedicado a la separación en la fuente (S), en tanto que la cantidad total de residuos sólidos (T) no se altera por el tiempo dedicado a la separación y en esta medida sólo depende de x , así:

$$T(x) = G(S, x) + R(S, x) \quad (1)$$

De acuerdo con lo anterior, es posible formular la siguiente ecuación:

$$G(S, x) = T(x) - R(S, x) \quad (2)$$

La utilidad depende del consumo del bien Z - que es una función de los insumos x -, del ocio (L) y de la cantidad de residuos no reciclables generados por el hogar (G);

La función de utilidad se escribe de la siguiente manera:

$$U[Z(x), L, G(S, x)] \quad (3)$$

Se asume que la primera derivada de la utilidad con respecto a Z y L es mayor que cero, en tanto que la primera derivada de la utilidad con respecto a G es menor o igual a cero². Remplazando (2) en (3) se llega a:

$$U[Z(x), L, T(x) - R(S, x)] \quad (4)$$

El ingreso del hogar viene dado por la cantidad de horas trabajadas (ω) por el valor de la hora (H). Este ingreso debe ser igual a la cantidad de dinero invertido en los insumos x al precio \mathbf{p} (se expresa como un vector $n \times 1$), más el valor del servicio de aseo (F), que es una tarifa fija que no depende de la producción de residuos sólidos del hogar. Esta restricción se escribe:

$$\omega H = \mathbf{p}x + F \quad (5)$$

² $U_G \leq 0$, ya que la generación de basuras puede impactar negativamente la utilidad de los hogares que consideren voluntariamente reciclar, en tanto que la misma no afecta la utilidad de aquellos hogares a quienes le sea indiferente el nivel de generación de residuos sólidos.

Igualmente, el hogar se enfrenta a una restricción temporal, en donde el total de tiempo disponible en el período (D), es igual a la cantidad de tiempo de ocio disponible por período (L), a la cantidad de horas trabajadas en el período (H), y a la cantidad de tiempo dedicado a la separación en la fuente (S). Esta restricción se escribe:

$$D = (L + H + S) \quad (6)$$

El hogar tiene como propósito maximizar x , S y L, sujeto a las restricciones de tiempo y presupuesto. El Lagrangiano del anterior problema se escribe de la siguiente manera:

$$\text{Max } L = U(Z(X), T(x) - R(S, x), L) + \lambda [\omega H - \rho x - F] - \mu [D - L - H - S] \quad (7)$$

Las condiciones necesarias para optimizar x , S y L están dadas por las siguientes expresiones (donde $j = 1, 2, \dots, n$):

$$(8a) \quad \frac{\partial L}{\partial X_j} = U_Z Z_{xj} + U_G (T_{xj} - R_{xj}) - \lambda(\rho_j) \leq 0$$

$$(8b) \quad \left(\frac{\partial L}{\partial X_j} \right) X_j = 0$$

$$(8c) \quad \frac{\partial L}{\partial S_j} = -U_G (R_{sj}) - \mu \leq 0$$

$$(8d) \quad \frac{\partial L}{\partial L} = U_L - \mu \leq 0$$

$$(8e) \quad \left(\frac{\partial L}{\partial L} \right) L = 0$$

La condición (8a) indica que la elección óptima de la cantidad de insumos x viene dada por la utilidad marginal del producto (Z) y por la potencial desutilidad de la basura derivada del consumo de dicho insumo, en el caso de que la generación de basuras implique una desutilidad. Esta condición refleja el valor de mercado del insumo x_j (p_j), pero no su costo de disposición, ya que la tarifa no depende de la cantidad producida de residuos sólidos.

La tercera y cuarta condiciones indican la elección óptima de tiempo dedicado a la separación en la fuente (S). Si se recicla, la condición se convierte en una igualdad.

Como se puede observar en las anteriores condiciones de primer orden, la tarifa plana no afecta las decisiones de reciclaje y por lo tanto las cantidades finales de basura son excesivas, desde el punto de vista social. Así, si se observa la condición (8a) si hubiera una tarifa que dependiera de la cantidad de residuos sólidos no reciclables $G(S,x)$, f , aparecería un nuevo valor en la condición que vendría dada por $-\lambda f(Tx_j - Rx_j)$, es decir, que reflejaría el costo de disposición, y como consecuencia de ello las cantidades no recicladas se reducirían como efecto de una política de precios diferencial a la disposición. En efecto, si existiera un cargo por recolección de basuras variable, los consumidores elegirían productos tales que redujeran $T(x)$ o aumentarían $R(S,x)$. Igualmente, de existir un cargo diferencial, en la condición (8c) aparecería un término adicional $\lambda(fR_{Sj})$, tal que dividiendo toda la expresión por λ , se convierten todos los términos en valores monetarios. A partir de lo anterior, se llegaría a que el

beneficio marginal del tiempo dedicado a reciclar debe ser igual al costo marginal de reciclar.

Las condiciones (8e) y (8f) se relacionan con la elección óptima de ocio (L). En este caso la utilidad marginal del ocio debe ser igual al precio sombra del mismo, que viene dado por μ .

El modelo expuesto explica como los hogares actúan frente a la separación en la fuente. Así, como antes se expresó, al no existir un cargo variable de recolección de basuras, los individuos optimizan x sin consideración de los costos de disposición, que es uno de los resultados que se esperan obtener en la estimación empírica. El modelo provee una explicación para aquellos hogares que reciclan en ausencia de incentivos monetarios: las compras de los insumos x se incrementan en el caso en el cual su valor mercado caiga (ρ). Igualmente, el tiempo dedicado a la separación (S) decrece en el caso en el cual el costo marginal de reciclar se incrementa. La decisión de reciclar existe siempre que el beneficio marginal de reciclar $-(U_G R_{Sj})$ sea positivo.

A partir del modelo teórico expuesto, en el modelo empírico no se tendrán en cuenta variables asociadas con incentivos económicos, ya que como se vio al no estar estas implementadas la decisión del hogar de separar en la fuente viene dada por otras razones, como por ejemplo el tiempo que el hogar percibe que se requiere para llevar a cabo la separación de residuos sólidos.

V. APLICACIÓN PRÁCTICA DE SOLUCIONES.

Teniendo conocimiento, que la tarifa de la cantidad de residuos sólidos es plana y que no existe un mercado estructurado de materiales reciclables, tales como esquemas de depósito-reembolso, y las decisiones de los hogares no dependen de incentivos económicos. Entonces, podemos considerar algunas variables socioeconómicas de los hogares para el modelo econométrico, que será utilizado para estimar los factores que influyen en el reciclaje de algún material en los hogares:

5.1. Base de Datos.

Para propósito de la presente investigación se aplicó una encuesta en donde se preguntaba a las familias si reciclaban o no ciertos tipos de material, si conocían los beneficios de reciclaje y las razones subyacentes, además se les pregunto aspectos socioeconómicos. A partir de los resultados obtenidos en esta encuesta se propone un modelo econométrico para determinar las principales razones o factores que afectan la decisión de reciclaje.

Los información de los hogares fueron recolectados en la ciudad de Puno, a través de encuestas directas a 390 hogares de diferentes estratos socioeconómicos, realizadas durante el mes de diciembre de 2005. La encuesta se realizó al azar, mediante la aplicación de formato abierto y dicotómico, esta última compuesta por bloques apropiada al diseño. El cuál, se hizo en diferentes zonas y barrios de la ciudad.

Se tomo con base a la población total existente en la ciudad de Puno 112,981 habitantes, de un total de 1'245,508 habitantes del departamento, siendo el promedio de 6 miembros por familia, se tiene aproximadamente 18 000 familias. La probabilidad de respuesta SI es igual al 0.5 y de respuestas NO es igual a 0.5 La fórmula para el tamaño de la muestra es la de muestreo por proporciones:

$$n_0 = p(1 - p)(z / E)^2$$

$$n_0 = (0.5)(0.5)(1.96)^2 / (0.05)^2 = 384.16$$

Donde: n_0 = es el tamaño de muestra sin ajustar, p = proporción estimada, en base a estudios previos, Z = desvío normal asociado al grado de confianza seleccionado al 95%. $Z=1.96$, E = es el error máximo permisible a tolerarse. Teniendo en cuenta lo anterior, el tamaño de la muestra resulto 384 observaciones. Y el tamaño ajustado es:

$$n = n_0 / (1 + n_0 / N)$$

$$n = 384 / (1 + 384 / 18000) = 376$$

Donde: n = es el tamaño de muestra efectiva, N = tamaño de la población total. Por lo tanto, la muestra representativa seria de 376 familias, pero en el presente trabajo y dadas las posibilidades y para una mayor consistencia de la información, se tomaron 390 encuestas.

5.2. Definición de Variables.

A continuación presentamos, la definición de las variables consideradas para estimar el Modelo empírico planteado, y las respectivas estadísticas descriptivas.

Cuadro Nro 1: Resumen de Estadísticas Descriptivas de las Variables del Modelo

Variables	Definición	Signo Esperado	Media	Desviación Estándar	Mín.	Máx.	Obs.
Ing	Ingreso Total del Hogar (en nuevos soles \$).	(+)	1,072.026	816.757	100	7500	390
rec	Decisión del hogar de participar en el reciclaje en algún material Variable dicotómica (1=si participa; 0=no participa).		0.226	0.418	0	1	390
edsec	Educación Secundaria alcanzado del Jefe de Hogar Variable dicotómica, base educación secundaria (1=educación secundaria; 0=los demás casos).	(+)	0.764	0.425	0	1	390
edsup	Educación Superior alcanzado del Jefe de Hogar Variable dicotómica, base educación superior (1=educación superior; 0=los demás casos).	(+)	0.441	0.497	0	1	390
Ed	Edad del Jefe de Hogar (años).	(+)	44.556	10.895	22	80	390
sex	Sexo del Jefe de Hogar Variable dicotómica (1=Hombre; 0=Mujer).	(-)	0.692	0.462	0	1	390
Tf	Tamaño Familiar (personas)	(+)	5.192	1.671	1	13	390
cbr	Conocimiento de beneficios de reciclaje Variable dicotómica (1=si; 0=no).	(+)	0.526	0.499	0	1	390
dap	Disponibilidad de Pagar por el hogar, por la mejora de servicio de recolección de basura en la ciudad de Puno (en nuevos soles \$)	(+)	10.191	13.491	5	50	390

Fuente: Elaboración propia con base a la encuesta sobre reciclaje de residuos sólidos y las características socioeconómicas de los hogares, realizada en la ciudad de Puno, Dic. 2005.

5.3. Modelo Econométrico.

El modelo econométrico que se usa, para el siguiente estudio sobre los factores que influyen en la decisión de reciclar por parte de los hogares, es el modelo Probit; Las especificaciones econométricas han sido escogidas utilizando el modelo teórico propuesto por Jakus, Tiller y Park, (1996). Para el caso nuestro, se considera que si el hogar recicla y/o participa en el reciclaje de algún material ($REC = 1$) o no recicla ningún material ($REC = 0$). La variable dependiente es una variable dicotómica, que toma valores de 1 o 0. La especificación empírica incluye las variables como el ingreso del hogar, conocimiento de algún beneficio por reciclar, la edad, el género del jefe del hogar, entre otros, que pueden explicar la decisión del hogar de participar en el reciclaje o no, la función se plantea de la siguiente manera:

$$Prob(REC = 1) = F(x, \beta)$$

$$Prob(REC = 0) = 1 - F(x, \beta)$$

El vector β es un vector de parámetros, que refleja el efecto que cada una de las variables (contenidas en el vector x) tiene sobre la probabilidad de reciclar algún material. Para el vector x dado, se espera que:

$$\lim_{\beta'x \rightarrow \infty} Prob(RECI = 1) = 1$$

$$\lim_{\beta'x \rightarrow -\infty} Prob(RECI = 1) = 0$$

El modelo con variable dependiente dicotómica es un modelo de regresión, que se expresa así:

$$E[RECI/x] = 0[1 - F(\beta'x)] + 1[F(\beta'x)] = F(\beta'x)$$

La primera derivada de la anterior ecuación con respecto a x resulta:

$$\frac{\partial E[RECI/x]}{\partial x} = \left\{ \frac{dF(\beta'x)}{d(\beta'x)} \right\} \beta = f(\beta'x)\beta$$

Donde f es la función de densidad relacionada con la función de distribución $F(\cdot)$. La anterior derivada representa los efectos marginales.

La función de densidad acumulada (FDA) que se utilizará para estimar el modelo es una FDA normal (modelo probit)³, con media cero y varianza unitaria. Dado el supuesto de normalidad, la probabilidad de que la variable dependiente RECI tome valor 1 vendrá dada por la siguiente expresión:

$$P_j = \Pr[RECI] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{dy}{dx} \int_{-\alpha}^{\beta_1 + \beta_2 X_j} e^{-(\beta_1 + \beta_2 X)^2 / 2} dt$$

³ La elección de un modelo probit responde al mejor ajuste encontrado en los modelos econométricos. No obstante lo anterior, las diferencias con las estimaciones obtenidas mediante modelos logit son mínimas. Se debe recordar que las estimaciones realizadas mediante modelos logit y probit son semejantes, debido a que se está trabajando con una muestra grande. Si bien los coeficientes de regresión son diferentes, los efectos marginales que se obtienen en los modelos logit y probit son similares.

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Los resultados del presente estudio, se estimaron bajo la siguiente función econométrica.

$$\text{Prob}(\text{REC}=1) = \theta[\alpha + \beta_1 \text{ing} + \beta_2 \text{esec} + \beta_3 \text{esup} + \beta_4 \text{cbr} + \beta_5 \text{edad} + \beta_6 \text{edad}^2 + \beta_7 \text{sex} + \beta_8 \text{tf}]$$

Cuadro Nro 2: Resultado Econométrico: Modelo Probit determinantes de REC.

VARIABLE DEPENDIENTE: REC			
Variable Explicativas	Coefficiente	z-estadístico	Probabilidad
ING	.0069952	(4.75)***	0.000
ED SEC	.8741556	(2.83)**	0.047
ED SUP	2.199364	(2.39)**	0.017
EDAD	.1464944	(0.90)*	0.366
EDAD2	-.0013885	(-0.82)*	0.409
SEXO	.6705265	(1.10)*	0.273
TF	-.2461404	(-1.69)**	0.091
CBR	.7841752	(2.44)**	0.014
CONSTANTE	-14.76311	(-3.26)	0.001
Log likelihood function	-24.122599		
ESTADÍSTICOS	R ² =0.8842 χ ² =368.24		

Valores z en paréntesis, * indica Significativo al 10%, ** significativos al 5%, *** significativos al 1%
REC: Variable independiente que significa Reciclaje

Fuente: Elaboración propia con base al resultado del Software Stata.

De acuerdo al Cuadro Nro 2, se puede indicar, que la razón de verosimilitud de la regresión es alta (-24.12) y estadísticamente significativa, lo cual significa, la variable participación del reciclaje de algún material por parte de los hogares de la ciudad de Puno-Perú, puede ser explicado por las variables incluidas en la regresión. (Ver Anexo de Regresiones).

Los valores positivos (negativos) de los coeficientes de regresión estimados, indican que la variable incrementa (reduce) la posibilidad de que el hogar participe en el reciclaje de algún tipo de material.

Los signos son consistentes y coinciden con los resultados esperados, de las variables como: ingreso (ing), educación secundaria (edsec), educación superior (edsup), edad, y el conocimiento de los beneficios de reciclaje (cbr) de los hogares; todas estas variables tienen signos positivos. Lo que indica, que si cualquiera de estas variables aumenta, entonces la probabilidad de participar en el reciclaje de algún material aumenta por parte de los hogares.

La variable sexo representa el género de la persona que toma o tomaría la decisión de reciclar dentro del hogar, siendo 0 si se trata de una mujer y 1 si se trata de un hombre. Se esperaba que el signo sea negativo debido a que las labores dentro del hogar a partir de las cuales se genera RS en general son asumidas por la mujer. Pero los resultados de la estimación econométrica da un signo diferente a los esperado, lo que

significa que, en los hogares de la ciudad de Puno, los hombres son los que toman las decisiones de reciclar o no algún material.

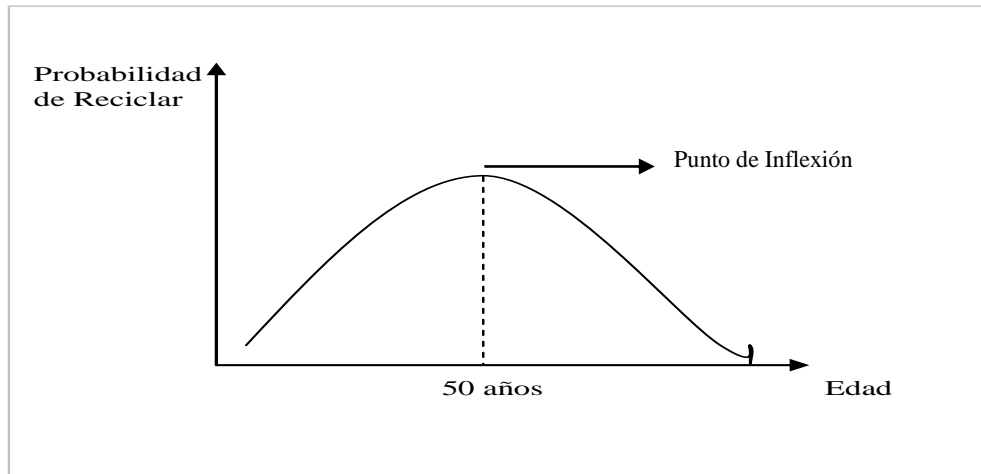
Mientras, la variable tamaño familiar del hogar (tf), tiene signo distinto a lo esperado, es negativo. Lo cual, significaría que la probabilidad de reciclar algún material de los hogares disminuye cuando se incrementa el número de integrantes de la familia.

Asimismo, las variables edad y edad², los signos de los coeficientes esperados tienen signos positivo y negativo respectivamente, a través de estos signos se trata de probar la hipótesis de que la variable REC con respecto a la edad tiene un comportamiento U invertida, indica que cuando las personas son jóvenes no tienen mucho interés en participar en el reciclaje, debido a que tienen poca exposición al problema.

Ello cambia cuando la edad aumenta, se espera hasta cierto punto que las personas adquieran una mayor conciencia de los beneficios del reciclaje y de los costos asociados a no reciclar (ambientales, económicos, etc.), hasta llegar a un punto máximo. Después de esta edad máxima, la tendencia se vuelve negativa, ya que de alguna manera se asume que no existe altruismo con respecto a generaciones futuras,

lo cual significa que los hogares no participen en el reciclaje o no reciclen⁴. Este comportamiento de la edad graficamos a continuación.

Grafico Nro 1: Comportamiento de la Edad respecto a la probabilidad REC.



REC: Variable dependiente que significa Reciclaje.

Fuente: elaboración propia con base a resultados de regresiones del Software Stata.

Se espera que en un determinado rango de edad la probabilidad de reciclar del hogar se incremente, en tanto que a partir de un cierto punto (punto de inflexión), la edad tiene un efecto negativo sobre las posibilidades de que el hogar recicle algún material. Para hallar el punto de inflexión es preciso utilizar el resultado de los efectos marginales, derivar con respecto a la edad e igual a cero, de la siguiente manera:

$$\frac{\partial \text{Efecto.marginal}}{\partial \text{edad}} = 0.000495 - 2(0.000492)\text{edad}$$

$$2(0.000492)\text{edad} = 0.000495$$

$$\text{Edad} = 0.50$$

⁴ Jakus, Tiller y Park, en su artículo "Generation of Recyclables by Rural Households" nos indica, que la variable edad con respecto a la probabilidad de reciclar tiene un comportamiento U invertida y asimismo nos muestra ecuación para determinar el máximo, 1996.

Esto significa que la edad a la cual la probabilidad de participar en el reciclaje se maximiza (REC=1) cuando la persona tiene 50 años.

Para determinar el efecto de cada una de las variables sobre la probabilidad de participar en el reciclaje, se consideran los efectos marginales de las variables independientes sobre la variable dependiente, debido a que no se utilizó un modelo lineal. Los resultados de los efectos marginales se encuentran en el siguiente cuadro y son un buen indicador de la magnitud del efecto de cada una de las variables sobre la probabilidad de reciclar.

Cuadro Nro 3: Resultado Econométrico de Efectos Marginales de REC.

VARIABLE DEPENDIENTE: REC		
Variable Explicativas	Coeficiente	z-estadístico
ING	2.34e-06	0.39
ED SEC	.0093032	0.30
ED SUP	.0480977	0.61
EDAD	.0000495	0.34
EDAD2	-4.92e-07	-0.34
SEXO	.0001752	0.37
TF	-.0000823	-0.38
CBR	.133252	0.34

REC: Variable dependiente que significa Reciclaje.

Fuente: Elaboración propia con base a resultados del Software Stata. (Ver Anexos)

Según los resultados de los efectos marginales, se puede observar que la probabilidad de que el hogar participe en el reciclaje de algún material (REC=1) aumenta el 5% cuando el jefe de hogar tiene un nivel de educación superior, y de 0.9% cuando el jefe de hogar tiene un nivel de educación secundaria.

Si el conocimiento sobre los beneficios del reciclaje de parte del jefe del hogar aumenta, entonces la probabilidad de participar en el reciclaje del hogar aumentará en 13%.

La variable edad, indica que a medida que aumenta la edad del jefe de hogar, aumenta la probabilidad de que el hogar participe en el reciclaje de algún material en un 0.04% y después de llegar del punto máximo esta probabilidad disminuye en un orden de 0.0004%.

El hecho ser hombre el jefe de familia, la probabilidad de participar en el reciclaje de algún material del hogar aumenta en 0.017%.

Mientras, la variable tamaño familiar tiene una respuesta negativa en el reciclaje, el cual indica que si el número de integrantes de la familia aumenta, entonces la probabilidad de participar en el reciclaje de algún material disminuye en 0.008%.

A partir del análisis de los resultados, podemos sostener que las políticas, programas, planes y/o proyectos del manejo de los residuos sólidos de los hogares en

la ciudad de Puno debe orientarse a las siguientes líneas de acción estratégicas siguientes:

- ✓ La Municipalidad de Puno, debe diseñar un Programa de Educación Ambiental orientado a instruir a los hogares sobre la segregación de basuras en hogares, los beneficios de reciclar, reducir la cantidad de basuras y enseñar que el recojo y transporte de estas tiene un costo, con el fin de promover la promoción pública en la participación del reciclaje de algún material de parte del hogar; el cuál debe centrarse en mostrar al sistema de reciclaje como un bien público que beneficia a todos. Igualmente la información que provee debe hacer énfasis en el rol del reciclaje sobre la protección del medio ambiente.
- ✓ Por otro lado, la Municipalidad debe propiciar la participación de los hogares en la separación en la fuente de los residuos sólidos, a través de entrega de bolsas de plástico semanales. Esta se constituye fundamental ya que resulta ser un buen incentivo para motivar a los integrantes de la familia en la separación de desechos sólidos en los hogares.
- ✓ Finalmente, actualizar la información sobre la producción de residuos sólidos, revisar el diseño del relleno sanitario y si es necesario complementarlo, formular el correspondiente estudio de impacto ambiental (EsIA), el cual sea aprobado por la autoridad pertinente; y luego construirlo.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados de la encuesta, el 23% de los hogares participan en el reciclaje de algún material de residuos sólidos, y el 77% no recicla ni participa en el reciclaje de algún material de residuos sólidos. Por otro lado, solamente el 54% de los hogares conocen sobre beneficios del reciclaje, y 46% de los hogares no las conocen

Mediante las estimaciones del modelo Probit, podemos concluir que las variables como: el conocimiento de los beneficios del reciclaje, nivel de educación, y el ingreso del hogar tienen mayor influencia en el recicle de algún material de los residuos sólidos en los hogar. El hecho de ser hombre el jefe de familia, la probabilidad de participar en el reciclaje de algún material del hogar aumenta en 0,017% de la ciudad de Puno. Mientras que la variable tamaño familiar tiene una respuesta negativa en el reciclaje, lo que indica que si aumenta el número de integrantes de una familia, la probabilidad de participar en el reciclaje de algún material disminuye en 0.08%.

La Municipalidad Puno, ente encargado del manejo de los residuos sólidos en la ciudad, a través de la Oficina de Proyección Social, debe diseñar un Programa de Educación Ambiental orientado a instruir a los hogares sobre la segregación de basuras en hogares, los beneficios de reciclar, reducir la cantidad de basuras y sobre todo enseñar que el recojo y transporte de estas tiene un costo. De esta manera, alcanzar la participación de los hogares en el reciclaje de los desechos y que sea un hábito diario.

Por otro lado, la Municipalidad también debe promover la participación de los hogares en la separación en la fuente de los residuos sólidos, mediante incentivos entregando bolsas de colores para la separación de los RS, en la ciudad de Puno.

Actualizar la información sobre la producción de residuos sólidos, revisar el diseño del relleno sanitario y si es necesario complementarlo, formular el correspondiente estudio de impacto ambiental (EsIA), el cual sea aprobado por la autoridad pertinente; y luego construirlo.

Formular un proyecto de una planta recicladora, claro si es que técnica y económicamente es viable (esto necesariamente no significa una industria a partir de la basura), también habría que pensar en la creación de pequeñas empresas prestadoras de servicios (EPS), las cuales podrían generar empleo, ampliar la cobertura, y brindar un mejor servicio de limpieza pública.

Se recomienda la realización de un estudio integral de reciclaje tomando en cuenta mayor cantidad de variables que expliquen el comportamiento de las decisiones del hogar, preservación y conservación del ecosistema en la ciudad de Puno, tomando en cuenta experiencias de otras ciudades donde se tomo la iniciativa, la misma que debería financiarse con organismos internacionales dado que el costo que implica este tipo de estudios, por lo que en el presente trabajo por restricción económica y tiempo no se pudo realizar.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calcott, Paul & Walls, Margaret (2002). *Waste, Recycling, and "Design for Environment": Roles for Markets and Policy Instruments*. December 2002, Discussion Paper 00-30REV
<http://www.rff.org/Documents/>
- Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (CIED), Municipio de Puno 2003.
- Dianne Terry M., (1993). *Economic Efficiency Effects of Alternative Policies for Reducing Waste Disposal*, Journal of Environmental.
<http://ideas.repec.org/a/eee/jeeman/>
- Domínguez, C. (2004), *"Determinantes de la Separación de Residuos Sólidos de la Fuente: La Evidencia de Bogotá"*. Tesis maestría, Universidad de Los Andes, Bogotá - Colombia.
- Enkerlin, H.E. (1997), *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*. Edit. Internacional, S.A. México.
- Giraldo Gómez, E. (2000), *"Manejo integral de residuos sólidos municipales"*, Ministerio de Medio Ambiente, Universidad de Los Andes, Bogotá – Colombia.
- Greene, William. (1993), *Econometric Analysis*, Segunda Edición. New York, New York: Macmillan Publishing Company.
- Ibáñez Ana M. (2006), Artículo: *"Economía Ambiental Avanzada"* Universidad de Los Andes. Bogotá - Colombia
- INEI. (Dic.2000), *"Compendio Estadístico departamental Puno 1999-2000"*. Oficina departamental Puno-Perú.

- Jakus, Paul M.; Tiller, Kelly H. & Park, William M. (1996). *Generation of Recyclables by Rural Households*. Journal of Agricultural and Resource Economics. Págs. 96-108.
- Karen P., Hilary S., and Margaret W. (2000). *The Determinants of Household Recycling: A Material Specific Analysis of Recycling Program Features and Unit Pricing*, April 2000, Discussion Paper 99-41-REV
- . <http://www.rff.org/Documents/>
- Kinnaman, C. Thomas y Fullerton, Don (1999), *"The Economics of Residential Solid Waste Management"* Journal of Agricultural and Resource Economics.
- <http://www.rff.org/Documents/>
- Mahar, Dennis (1999). Desarrollo económico y medio ambiente: *Economía del medio ambiente en América Latina*. Editorial Alfa Omega. Segunda Edición. Págs. 29 – 37.
- Municipalidad de Puno, *"Planes Operativos"* 2000-2005.
- PNUMA (2000) *"Problemas Ambientales de la región Latinoamérica"*.
- Russell, Clifford S. (2001). Monitoring, enforcement, and the choice of environmental instruments. Regional Environmental Change.
- Sandoval, W. (2004), *"Análisis Económico del Proyecto de Manejo Adecuado de Residuos Sólidos para el Municipio de Pamplona"*. Tesis de maestría publicada, Universidad de Los Andes - Colombia.
- Valderrama P. A. y Córdova A. D. (2004), Disposición de Residuos Sólidos Urbanos en el Relleno Sanitario de la Ciudad de Puno. www.monografias.com
- Varian, Hal R. (1992), *"Análisis Microeconómico"* Universidad de Michigan, 3ra Edición.

ANEXOS

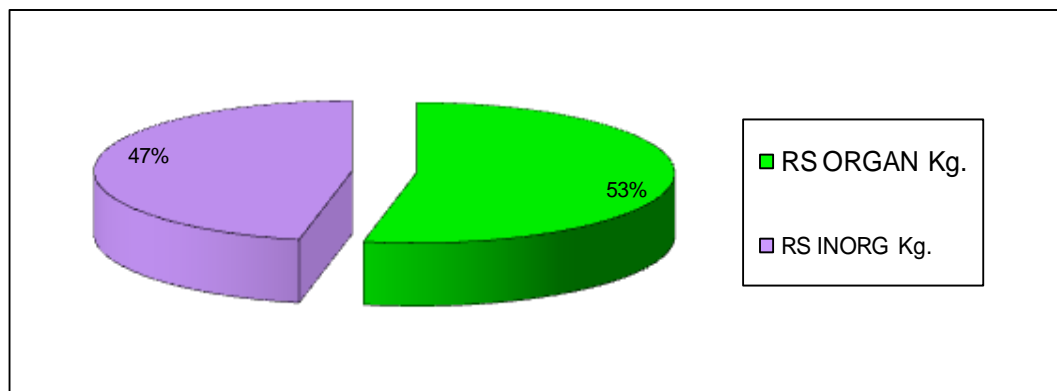
ANEXO Nro 1. COMPOSICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE PUNO.

**Cuadro Nro 1: Detalle de la composición de residuos sólidos urbanos (Kg./m³ y %) de
cada punto muestreado en el Relleno Sanitario de la ciudad de Puno – Perú, 2004.**

MUESTRA	RS ORGAN Kg.	%	RS INORG Kg.	%	RSU Kg./m ³
RS Compactados	24.70	8.68	60.70	24.35	
RS Compactados	44.00	15.47	53.70	21.54	
RS Compactados	10.70	3.76	35.00	14.04	
RS Compactados	28.00	9.85	27.30	10.95	
RS No Compactados	58.00	20.39	19.40	7.78	
RS No Compactados	31.00	10.90	25.70	10.31	
RS No Compactados	40.00	14.06	22.00	8.82	
RS No Compactados	48.00	16.88	5.50	2.21	
TOTAL	284.40	100.00	249.30	100.00	
PROMEDIO	35.60	53.00	31.10	47.00	68.70

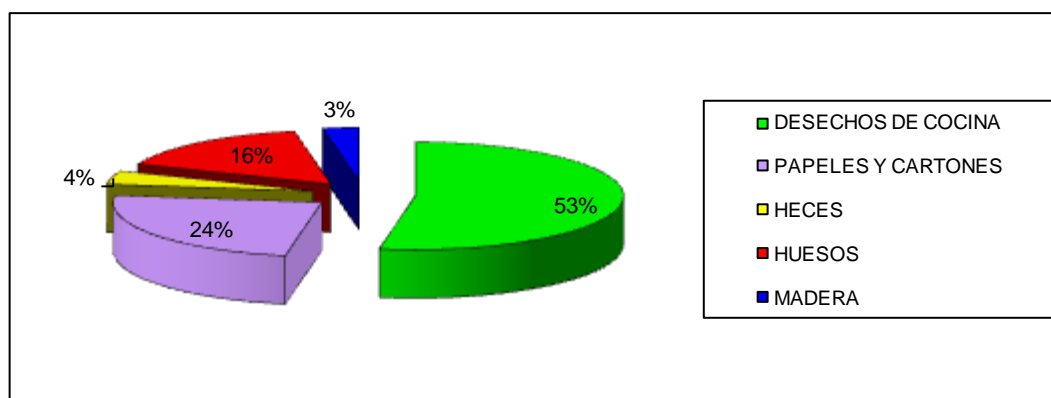
Fuente: Valderrama – Córdova. "Disposición de Residuos Sólidos Urbanos en el Relleno Sanitario de la Ciudad de Puno - Perú"

Figura Nro 01: Composición de residuos sólidos (%) en el Relleno Sanitario de la ciudad de Puno – Perú, 2004



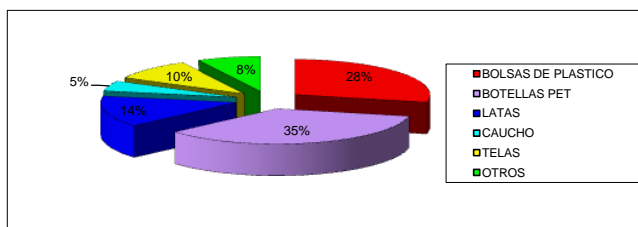
Fuente: Valderrama – Córdova. “Disposición de Residuos Sólidos Urbanos en el Relleno Sanitario de la Ciudad de Puno - Perú”

Figura 02: Clasificación de residuos sólidos Orgánicos (%) en el Relleno Sanitario de la ciudad de Puno-Perú, 2004



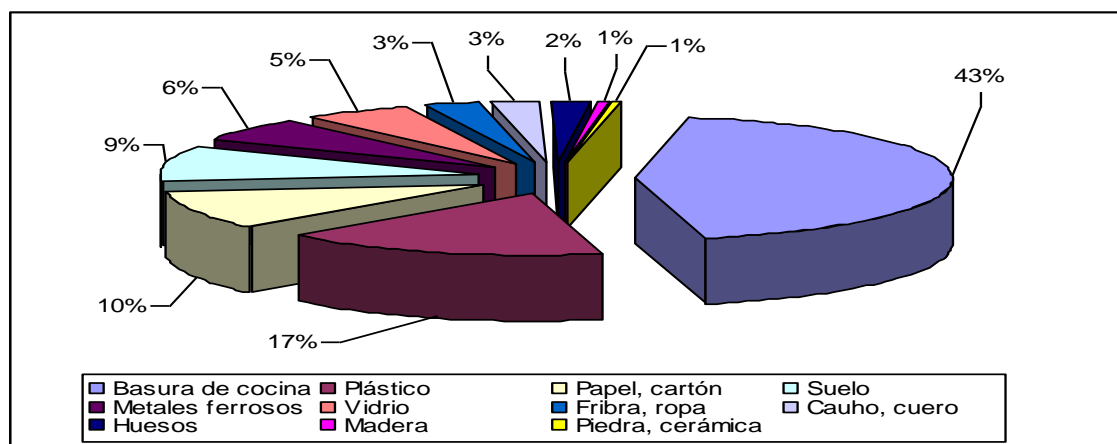
Fuente: Valderrama – Córdova. “Disposición de Residuos Sólidos Urbanos en el Relleno Sanitario de la Ciudad de Puno - Perú”

Figura 03: Clasificación de residuos sólidos Inorgánicos Compactados (%) en el Relleno Sanitario de la ciudad de Puno-Perú, 2004.



Fuente: Valderrama – Córdova. “Disposición de Residuos Sólidos Urbanos en el Relleno Sanitario de la Ciudad de Puno - Perú”

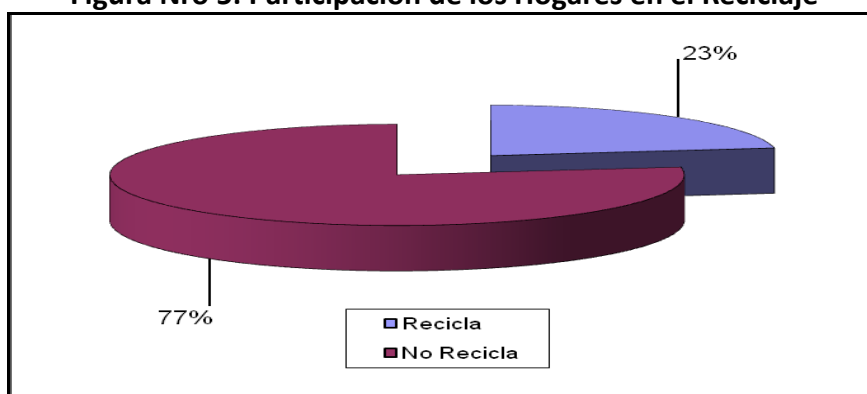
Figura 4: Composición de los Materiales de Residuos en los Hogares en Puno, 2004.



Fuente: Valderrama y Córdova

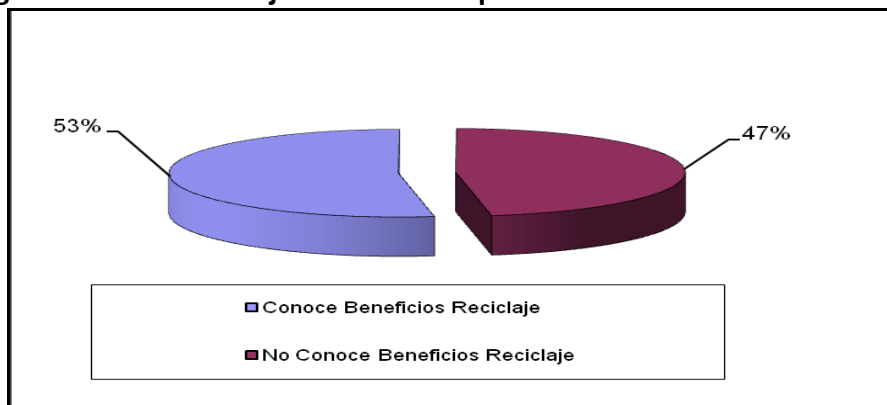
ANEXO Nro 2. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Figura Nro 5: Participación de los Hogares en el Reciclaje



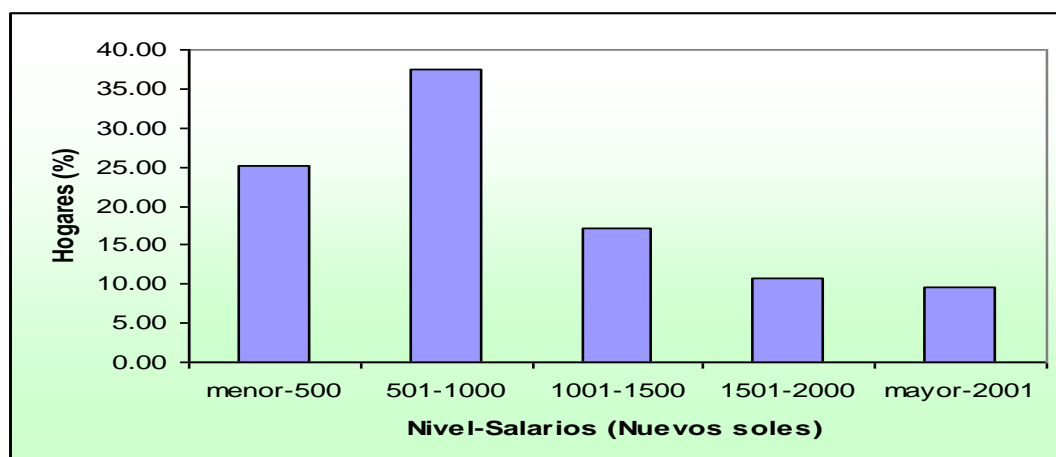
Fuente: Elaboración propia en base a encuestas.

Figura Nro 6: Porcentaje de Personas que Conocen Beneficio de Reciclaje



Fuente: Elaboración propia en base a encuestas.

Figura 7: Niveles del Ingreso según Hogares según encuesta Dic. 2005 (%)



Fuente: Elaboración propia con base a encuestas.

ANEXO 3. RESULTADOS ECONÓMÉTRICOS

Cuadro 2. Regresión del Modelo Probit determinantes de REC.

Probit estimates	Number of obs	=	390
	LR chi2 (8)	=	368.24
	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -24.122599	Pseudo R2	=	0.8842

rec	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ing	.0069952	.0014725	4.75	0.000	.0041091	.0098813
edsec	.8741556	1.054155	2.83	0.047	-.0002612	2.191950
edsup	2.199364	.9218405	2.39	0.017	.3925895	4.006138
edad	.1464944	.1621914	0.90	0.366	-.1713952	.4643837
edad2	-.0013885	.0016833	-0.82	0.409	-.0046877	.0019108
sex	.6705265	.6121209	1.10	0.273	-.5292084	1.870261
tf	-.2461404	.1456526	-1.69	0.091	-.5316142	.0393334
cbr	.7841752	.543958	2.44	0.014	-.2819628	1.850313
_cons	-14.76311	4.528925	-3.26	0.001	-23.63964	-5.886583

note: 185 failures and 33 successes completely determined.

Cuadro 3: Efectos Marginales de REC.

```
. mfx compute, dydx at( mean )
```

Marginal effects after probit

```
y = Pr(rec) (predict)
= .00008358
```

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]	X
ing	2.34e-06	.00001	0.39	0.698	-9.5e-06	.000014		1072.03
edsec*	.0093032	.00309	0.30	0.764	-.000699	.005133		.758974
edsup*	.0480977	.00959	0.61	0.544	-.012977	.024597		.435897
edad	.0000495	.00014	0.34	0.732	-.000232	.00033		44.5564
edad2	-4.92e-07	.00000	-0.34	0.737	-3.2e-06	2.2e-06		2103.69
sex*	.0001752	.00047	0.37	0.709	-.000745	.001096		.692308
tf	-.0000823	.00022	-0.38	0.705	-.000508	.000344		5.19231
cbr*	.133252	.00096	0.34	0.730	-.001556	.00222		.525641

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1