

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

**DISEÑO DE UNA RED DE RECOLECCIÓN DE BOTELLAS PET
EN LIMA**

Tesis para optar por el Título de **INGENIERO INDUSTRIAL**, que presenta el bachiller:

Frank Alexis, OLIVERA CORRALES

ASESOR: Cesar Augusto, STOLL QUEVEDO

Lima, agosto del 2016

RESUMEN

El presente trabajo de investigación para la elaboración de una red de recolección de residuos sólidos a base de PET para su posterior procesamiento y comercialización, es motivado por el agravante crecimiento de la generación de residuos en nuestra capital, que gracias a la ausencia de una cultura ambiental y una mala gestión por parte de las autoridades competentes resulta en más de 9 mil toneladas vertidas diariamente en los , ya escasos y sobresaturados, rellenos sanitarios, donde millones de productos reciclables encuentran el final de su vida útil a unos pocos metros de la superficie . De esta manera promueve la contaminación y el óbito de la fauna y flora de miles de ecosistemas directa e indirectamente afectados durante los largos y penumbrosos 150 años que dura en promedio la descomposición final de estos residuos.

Tras la búsqueda del sosiego a tan lacerante realidad, se logra identificar un océano azul de oportunidades ecoambientalmente sostenibles; de las cuales, sobresale la idea de la reutilización del plástico, el material reciclable más utilizado en la Ciudad de los Reyes, con el PET (tereftalato de polietileno) como el producto de mayor potencial comercial y que lamentablemente aún no ha logrado una cadena de suministro optimizada, sobretodo en su etapa crítica: la recolección; lo cual se traduce en un mercado potencial de 94 millones de dólares anuales, de los cuales casi la mitad se va , literalmente, a la basura.

NovaPET es el nombre del proyecto que tiene la vital misión de fomentar una cultura medio ambiental sólida con esquemas económicos viables y auto sostenibles al mediano y largo plazo, mediante tecnologías innovadoras de la mano de beneficios económicos y ambientales para los clientes.

El trabajo en cuestión, cuenta con 4 capítulos donde se desarrolla la teoría base del diseño, las funciones de la empresa y su operatividad en el mercado, el diseño propio de la red de abastecimiento y finalmente el análisis de la viabilidad económica del proyecto. Asimismo, el trabajo ha sido redactado de una manera sencilla, desprovisto en lo posible de un lenguaje profesional exclusivo de la ingeniera o logística, para que cualquier persona interesada en el mismo, pueda interpretar correctamente las ideas vertidas en esta investigación.

En el primer capítulo se expone el marco teórico del análisis, que abarca desde el origen y definición del PET, su situación en el mercado, los métodos a utilizar para el diseño de la red en cada una de sus fases y por último, las tecnologías a utilizar en el nuevo modelo. Respecto a la empresa, se da énfasis a la visión del aporte ambiental que se desea brindar a la sociedad, de la situación de los factores del mercado que afectarían el proyecto y del plan estratégico

que se tiene para viabilizar la idea. El diseño de la red se guía bajo un arduo análisis cuantitativo y cualitativo del entorno geográfico para ubicar correctamente nuestras instalaciones y optimizar el proceso de recolección y comercialización del material. Finalmente, en el estudio económico, se analiza a detalle el proyecto para sustentar la factibilidad del mismo y sus posibles resultados frente a diversos escenarios.

Los categóricos resultados de la investigación indican que el proyecto es económicamente viable y con resultados ambientales mucho más gravitantes. En lo económico, se puede alcanzar un VANE de 23.3 millones de soles en 10 años de proyección bajo un escenario realista, más importante aún, se podrán reaprovechar cerca de 6,500 toneladas anuales de PET a partir del año 2021, forjando un digno avenir para un país colmado de riquezas y talento inigualable.



TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial

ALUMNO : **FRANK ALEXIS OLIVERA CORRALES**

CÓDIGO : 2008.0509.12

PROPUESTO POR : Dr. César A. Stoll Quevedo

ASESOR : Dr. César A. Stoll Quevedo

TEMA : **DISEÑO DE UNA RED DE RECOLECCIÓN DE BOTELLAS PET EN LIMA.**

Nº TEMA : 1304

FECHA : San Miguel, 12 de febrero del 2016

JUSTIFICACIÓN:

El presente trabajo de investigación elaborará una red de recolección de residuos sólidos de botellas PET para su posterior procesamiento y comercialización, es motivado por el agravante crecimiento de la generación de residuos en nuestra capital, que gracias a la ausencia de una cultura ambiental bien fundamentada y una mala gestión por parte de las autoridades conlleva a la devastación de nuestra ciudad y la contaminación de nuestros recursos.

En el Perú se desechan diariamente alrededor de 18,000 toneladas diarias de basura¹, cerca de la mitad se concentra solo en Lima Metropolitana y el Callao². El material reciclable representa más del 25%³ de nuestros residuos, y el PET en específico comprende entre un 1.23% - 1.87%⁴ del total. Esto significa que anualmente se generan en promedio 64,500 toneladas de PET, que se traducen en una industria de más 300 millones de soles, de los cuales el 34%⁵ se van literalmente a la basura, ya que jamás serán reutilizados.

¹ Revista ANDINA, Mayo 2015

² Peru 21, Lima genera más de 8,000 toneladas de basura al día. Recurso electrónico en: <<http://peru21.pe/actualidad/lima-genera-mas-8000-toneladas-basura-al-dia-y-solo-1-desechos-son-reciclados-2231060>>

³ MINAM 2012, Composición de los RRSS en Lima.

⁴ SIGERSOL 2014, Estimación de la generación distrital de residuos de responsabilidad municipal domiciliaria, comercial y de limpieza pública. Recurso electrónico en: <<http://www.sigersol.pe/2014/menu.php>>

⁵ ISM, Fernando Gallo 2015. Recurso electrónico en: <http://www.ciudadasaludable.org/Mesa2015/2Fernando_Gallo_Alcances_e_implementacion_del_DS_0382014_Bottle_to_Bottle_SMI.pdf>

Entonces, frente a este océano azul de oportunidades: ¿Por qué los actuales protagonistas de la industria, no han podido abarcar el 100% del mercado? La respuesta es bastante simple y radica en el eslabón más débil de la cadena de suministro: **la recolección del residuo en la fuente.**

“NovaPET” es el nombre del proyecto que apuesta por reinventar los métodos de recolección en fuente mediante nuevas tecnologías y una adecuada organización. Bajo la premisa de fomentar el desarrollo sostenible del país, la investigación se basa en el diseño de una red, económicamente viable, de suministro de botellas PET que pueda captar la mitad del mercado al que aún no llegan los grandes industriales en un plazo de 7 años. La estrategia es simple: reducir las distancias entre el consumidor y los centros de acopio y recompensar económicamente a nuestros clientes.

OBJETIVO GENERAL:

El objetivo de la investigación es desarrollar una red de suministro concentrada en optimizar la recolección de botellas hechas de tereftalato de polietileno (PET) para su posterior procesamiento y comercialización como PET *Flake*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Plasmar todo el fundamento teórico necesario para que cualquier persona, ajena al tema en discusión, pueda comprender de manera fácil y sencilla el trabajo de investigación.
- Describir la idea que engloba el proyecto a través de información del mercado y el entorno para desarrollar una estrategia corporativa a fin de viabilizar la idea.
- Analizar los diversos factores concernientes al diseño y desarrollo de una red de suministro con el centro de atención en la recolección en fuente.
- Evaluar la factibilidad económica y financiera del proyecto para asegurar su auto sostenibilidad a través del tiempo.

PUNTOS A TRATAR:

a. Marco Teórico.

El marco teórico se compone de 5 partes donde se abordan de manera general: los factores generales del PET, la situación del mercado, los métodos actuales de recolección, la cadena de suministro del PET y las nuevas tecnologías que se desean implementar.

b. Descripción de la empresa y el mercado.

En esta sección, se define la empresa a consolidar y se analiza el entorno al que se encuentra expuesta, el producto que se desea introducir al mercado y el plan estratégico comercial necesario para desarrollar el proyecto.

c. Diseño de la red.

Dentro del diseño, primero se analizan los factores a los que se encuentra expuesto, los roles que tomarán las instalaciones, el análisis demográfico para cada instalación, el diseño de la red, el ruteo del transporte y finalmente se resume el proceso de transformación en planta.

d. Estudio Económico.

Se analiza la factibilidad económica del proyecto a través de una proyección de flujo de caja descontados a una tasa ponderada de capital para hallar un valor neto actual del proyecto y su sensibilidad frente a las principales variables.

e. Conclusiones y recomendaciones.



*A mi amigo Rocky (Cochino),
que siempre estuvo conmigo
durante estos largos 5 años, por
siempre alentarme a nunca
perder la fe en mí y jamás
dejarme llevar por la corriente.*

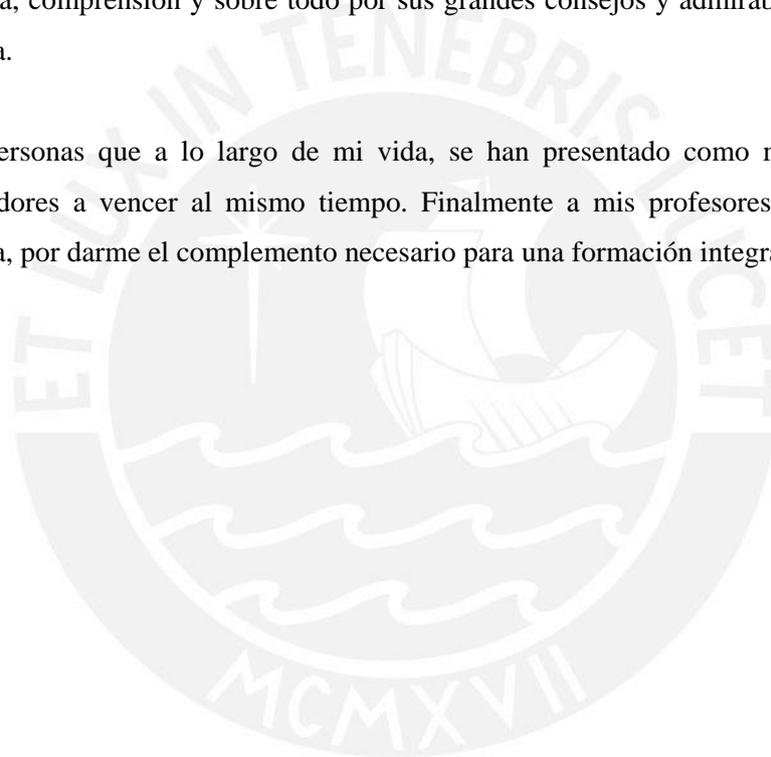


AGRADECIMIENTOS

Les agradezco a mis padres, al Sr. Jorge Olivera Alcocer y a la Sra. Belvia Corrales Cisneros, por su incondicional apoyo, su desmesurado amor y toda la confianza que me dieron durante todos estos años.

A mi asesor, el profesor Cesar Stoll Quevedo, de extraordinarias habilidades, infinita paciencia, comprensión y sobre todo por sus grandes consejos y admirable vocación para la docencia.

A las personas que a lo largo de mi vida, se han presentado como modelos a seguir y competidores a vencer al mismo tiempo. Finalmente a mis profesores de la Facultad de Filosofía, por darme el complemento necesario para una formación integral en la vida.



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO	2
1.1. ASPECTOS GENERALES SOBRE EL PET Y SU RECICLAJE.....	2
1.1.1. PET VIRGEN: ELABORACIÓN DEL ENVASE PET	3
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO PET Y EL RECICLAJE	5
1.2.1. REVERSE VENDING.....	9
1.3. SISTEMAS ACTUALES DE RECOLECCIÓN	11
1.3.1. MÉTODO DE RECICLAJE MECÁNICO	13
1.4. ANALISIS DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE PET	14
1.4.1. SISTEMA DE INSTALACIONES	16
1.4.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	17
1.4.3. SISTEMA DE TRANSPORTES	18
1.5. RECICLAJE DEL PET	19
1.5.1. RECUPERACIÓN	21
1.5.2. PROCESAMIENTO DE LA HOJUELA PET.....	22
1.5.3. USOS Y APLICACIONES DEL PET RECICLADO	24
1.6. INTRODUCCIÓN AL REVERSE VENDING.....	24
CAPITULO 2. ESTUDIO DE MERCADO	27
2.1. MACROENTORNO	27
2.1.1. ENTORNO DEMOGRÁFICO	27
2.1.2. ENTORNO ECONÓMICO.....	28
2.1.3. ENTORNO TECNOLÓGICO	30
2.1.4. ENTORNO POLÍTICO Y LEGAL.....	31
2.1.5. ENTORNO CULTURAL	33
2.2. MICROENTORNO.....	33
2.2.1. DISTRIBUIDORES Y COMPRADORES	33
2.2.2. PROVEEDORES	34
2.2.3. COMPETIDORES	34
2.2.4. SUSTITUTOS.....	37
2.2.5. AMENAZA DE INGRESO DE NUEVOS COMPETIDORES	37
2.3. LA EMPRESA.....	38
2.3.1. MISIÓN.....	38

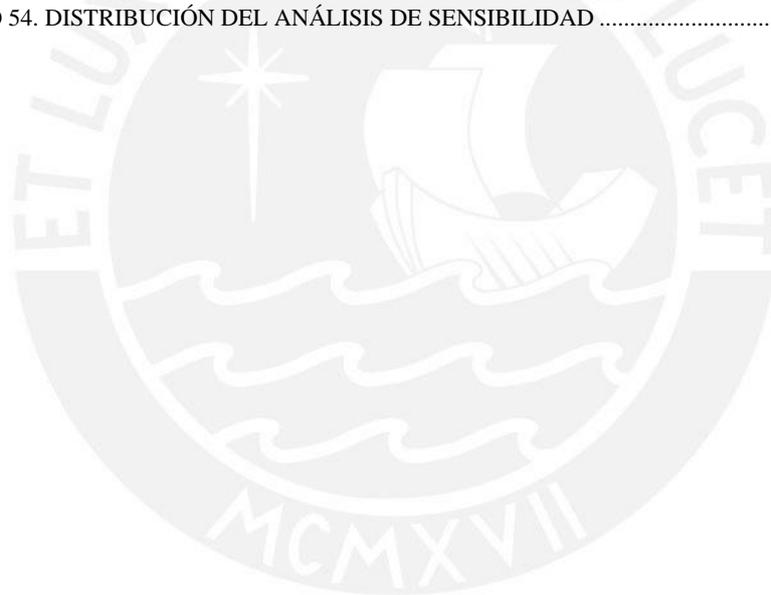
2.3.2. VISIÓN	38
2.3.3. ANÁLISIS FODA.....	38
2.3.4. PLAN ESTRATÉGICO	39
2.3.5. OBJETIVOS	42
2.4. SEGMENTACION DEL MERCADO	42
2.5. COMERCIALIZACION	47
2.5.1. PRODUCTO	47
2.5.2. PLAZA.....	48
2.5.3. PROMOCIÓN Y VENTAS	48
2.5.4. PRECIO.....	49
CAPITULO 3. PRE-DISEÑO DE LA RED DE SUMINISTRO	50
3.1. DEMANDA DE PET RECICLADO (PET FLAKE)	50
3.1.1. DEMANDA HISTÓRICA PET RECICLADO (PET FLAKE).....	53
3.1.2. DEMANDA PROYECTADA PET RECICLADO (PET FLAKE)	56
3.2. OFERTA DE PET COMO MATERIA PRIMA	57
3.2.1. OFERTA HISTÓRICA PET RECICLADO (PET FLAKE).....	59
3.2.2. OFERTA PROYECTADA PET RECICLADO (PET FLAKE)	61
3.3. PRINCIPALES REQUERIMIENTOS DE LA SCM.....	61
3.4. ROL DE DISEÑO DE LA RED	62
3.4.1. ROL DE INSTALACIONES	62
3.4.2. UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES - MACRO	62
3.4.3. CENTROS DE ACOPIO “ACOPET”	62
3.4.4. CENTROS DE ACOPIO “REVEPET”	63
3.5. FACTORES DE DECISIÓN DE LA RED.....	66
3.5.1. FACTORES DE UBICACIÓN PARA LOS ACOPET	66
3.5.2. FACTORES DE UBICACIÓN PARA LOS REVEPET	67
3.6. PROCESO PRODUCTIVO	67
3.6.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE RECICLAJE.....	68
CAPITULO 4. DISEÑO DE LA RED.....	69
4.1. FASE I: ESTRATEGIA DE SCM	69
4.2. FASE II: CONFIGURACIÓN DE INSTALACIONES.....	69
4.2.1. DEMANDA INSATISFECHA	69
4.2.2. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.....	69
4.3. FASE III: UBICACIONES POTENCIALES	71
4.3.1. UBICACIONES ACOPET	71
4.3.2. UBICACIONES REVEPET	76
4.3.3. UBICACIÓN DEL ALMACÉN	79
4.4. FASE IV: OPCIONES DE UBICACIÓN	80

4.4.1.	MAPA DE UBICACIÓN DE LOS ACOJET	81
4.4.2.	MAPA DE UBICACIÓN DE LOS REVEJET	82
4.4.3.	MAPA DE UBICACIÓN DEL ALMACÉN Y PLANTA.....	83
4.5.	MAPA DE LA RED DE LA CADENA DE SUMINISTRO	85
4.6.	RUTEO DE LA RED DE SUMINISTRO	87
4.6.1.	RUTEO DE LOS CAMIONES.....	88
CAPITULO 5.	ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO	89
5.1.	INVERSIÓN EN EL PROYECTO.....	89
5.1.1.	INVERSION EN ACTIVOS FIJOS TANGIBLES	89
5.1.2.	INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS INTANGIBLES	91
5.1.3.	INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO.....	92
5.1.4.	INVERSIÓN TOTAL.....	93
5.2.	FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO.....	93
5.2.1.	ESTRUCTURA DEL FINANCIAMIENTO	93
5.3.	PRESPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS.....	94
5.3.1.	PRESUPUESTO DE INGRESOS DE VENTAS	94
5.3.2.	PRESUPUESTO DE COSTOS.....	95
5.3.3.	PRESUPUESTO DE GASTOS	99
5.4.	PUNTO DE EQUILIBRIO.....	101
5.5.	ESTADOS FINANCIEROS	101
5.5.1.	BALANCE GENERAL	101
5.5.2.	ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS.....	103
5.5.3.	FLUJO DE CAJA.....	104
5.5.4.	IMPUESTO A LA RENTA	107
5.6.	COSTO PROMEDIO PONDERADO DEL CAPITAL.....	107
5.7.	EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA.....	108
5.7.1.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	109
CAPITULO 6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		112

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. PRINCIPALES TIPOS DE PLÁSTICO Y APLICACIONES.....	2
CUADRO 2. PARTIDAS ARANCELARIAS DEL PET.....	6
CUADRO 3. PESOS DE BOTELLAS PET COMERCIALES.....	20
CUADRO 4. PROPIEDADES DEL PET EN ESTADO NORMAL.....	21
CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS DE LA HOJUELA “FLAKE” PET STANDARD.....	23
CUADRO 6. INDICADORES MACROECONÓMICOS.....	28
CUADRO 7. CONSUMO PROMEDIO PER CÁPITA ANUAL DE BEBIDAS (LT/PERSONA).....	30
CUADRO 8. MATRIZ FODA.....	38
CUADRO 9. FRECUENCIA DE ASISTENCIA A CENTROS DE ABASTO.....	46
CUADRO 10. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE LOS PRODUCTOS PREFERIDOS DE LOS CLIENTES. ..	46
CUADRO 11. NIVEL DE IMPORTANCIA DE PRODUCTOS POR PREFERENCIA DE CLIENTE.....	47
CUADRO 12. PRECIO MAYORISTA DEL PET EN LIMA METROPOLITANA.....	49
CUADRO 13. CONSUMO DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS EN LIMA (LITROS).....	54
CUADRO 14. DEMANDA HISTÓRICA DEL PET FLAKE EN LIMA.....	55
CUADRO 15. ANÁLISIS DE LA TENDENCIA- DEMANDA PROYECTADA.....	56
CUADRO 16. SUPUESTOS DE PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	57
CUADRO 17. DEMANDA TOTAL DE PET FLAKE PROYECTADA.....	57
CUADRO 18. OFERTA TOTAL DE PET FLAKE (KG-AÑO).....	60
CUADRO 19. SUPUESTOS DE PROYECCIÓN DE LA OFERTA.....	61
CUADRO 20. OFERTA TOTAL DE PET PROYECTADA (KG-AÑO).....	61
CUADRO 21. DENSIDAD POBLACIONAL POR ZONA DE LIMA METROPOLITANA (HAB/KM2).....	62
CUADRO 22. DEMANDA INSATISFECHA PROYECTADA.....	69
CUADRO 23. DEMANDA PROYECTADA DEL PROYECTO.....	70
CUADRO 24. PONDERACIÓN DE ZONAS ESCOGIDAS – LOS OLIVOS.....	74
CUADRO 25. PONDERACIÓN DEL DISTRITO DE SJL.....	77
CUADRO 26. PARETO DE UBICACIONES - SJL.....	77
CUADRO 27. PONDERACIÓN DE INSTALACIONES PARA DETERMINAR CENTRO DE GRAVEDAD.....	80
CUADRO 28. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PREDIO SELECCIONADO.....	84
CUADRO 29. DIMENSIONES Y CAPACIDADES DEL RUTEO.....	87
CUADRO 30. INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS TANGIBLES EN AÑO 0.....	90
CUADRO 31. CANTIDAD DE ACTIVOS FIJOS TANGIBLES (ACUMULADO).....	90
CUADRO 32. CRONOGRAMA DE INVERSIÓN EN CAPEX (ACUMULADO).....	91
CUADRO 33. INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS INTANGIBLES.....	91
CUADRO 34. GASTOS PREOPERATIVOS.....	92
CUADRO 35. CALCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO POR MDM.....	92
CUADRO 36. INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO.....	93
CUADRO 37. DETALLE DE FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO.....	93
CUADRO 38. RESUMEN ANUAL DE CRONOGRAMA DE PAGOS.....	94
CUADRO 39. RESUMEN DE INGRESOS ANUALES NOVAPET (EN SOLES).....	94
CUADRO 40. RESUMEN DE COSTOS DE MATERIA PRIMA DIRECTA.....	95
CUADRO 41. PLANILLA COMPLETA DEL PRIMER AÑO DE OPERACIÓN.....	96
CUADRO 42. RESUMEN DE MANO DE OBRA DIRECTA.....	97

CUADRO 43. RESUMEN DE COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN (INC. IGV)	97
CUADRO 44. DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS	98
CUADRO 45. AMORTIZACIÓN DE INTANGIBLES*	99
CUADRO 46. PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS (INC. IGV).....	99
CUADRO 47. PRESUPUESTO DE GASTOS DE SERVICIOS DE TERCEROS (INC. IGV).....	100
CUADRO 48. PRESUPUESTO DE GASTOS DE VENTAS (INC. IGV)	100
CUADRO 49. CÁLCULO DE PUNTO DE EQUILIBRIO	101
CUADRO 50. BALANCE GENERAL PROYECTADO (EXPRESADO EN MILES DE SOLES)	102
CUADRO 51. ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS (EXPRESADO EN MILES DE SOLES).....	103
CUADRO 52. FLUJO DE CAJA DEL IGV (EXPRESADO EN MILES DE SOLES)	104
CUADRO 53. FLUJO DE CAJA ECONÓMICO (EXPRESADO EN MILES DE SOLES)	105
CUADRO 54. FLUJO DE CAJA FINANCIERO (EXPRESADO EN MILES DE SOLES)	106
CUADRO 55. RESUMEN DE FLUJO DE CAJA LIBRE DE LA FIRMA (EXPRESADO EN MILES DE SOLES)	106
CUADRO 56. CÁLCULO DEL COSTO PROMEDIO PONDERADO DEL CAPITAL.....	107
CUADRO 57. VALORIZACIÓN DEL FLUJO DE CAJA LIBRE DE LA FIRMA	108
CUADRO 58. INDICADORES ECONÓMICOS Y FINANCIEROS DEL FCLF	108
CUADRO 54. DISTRIBUCIÓN DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	109



ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. RESINA PET	3
GRÁFICO 2. PRODUCCIÓN PET POR SOPLADO	3
GRÁFICO 3. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UN ENVASE PET	4
GRÁFICO 4. CADENA DEMOGRÁFICA DEL PET	4
GRÁFICO 5. EXPORTACIONES HISTÓRICAS POR TIPO DE PLÁSTICO	5
GRÁFICO 6. EXPORTACIONES DE PRODUCTOS PLÁSTICOS POR EMPRESA	7
GRÁFICO 7. COMPARACIÓN DE IMPORTACIONES DE PLÁSTICO 2001 -2014	7
GRÁFICO 8. EXPORTADORES DE PLÁSTICO 2001-2014	8
GRÁFICO 10. IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE PRODUCTOS RECICLADOS.....	8
GRÁFICO 9. EXPORTACIÓN DE MATERIALES RECICLABLES 2014 (MM USD).....	8
GRÁFICO 11. BALANZA COMERCIAL EN PERÚ DEL PET RECICLADO (USD MM)	9
GRÁFICO 12. POBLACIÓN DE LIMA METROPOLITANA VS CUOTA DE BASURA DIARIA (HAB.-KG)	9
GRÁFICO 13. SISTEMA DE REVERSE VENDING (CLIENTE).....	10
GRÁFICO 14. COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS SÓLIDOS 2008.....	12
GRÁFICO 15. MÁQUINA DE RECICLAJE MECÁNICO	13
GRÁFICO 16. DIAGRAMA DE FLUJO DEL RECICLAJE MECÁNICO	14
GRÁFICO 17. CADENA DE SUMINISTRO DEL PET RECICLADO	14
GRÁFICO 18. ALCANCE DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO	15
GRÁFICO 19. CICLOS PRODUCTIVOS LOGÍSTICOS	16
GRÁFICO 20. SÍMBOLOS POR TIPO DE PLÁSTICO ESCRITO EN LOS ENVASES	18
GRÁFICO 21. PARTES DE BOTELLA PET.....	19
GRÁFICO 22. DESGLOSE DE BOTELLA PET	19
GRÁFICO 23. TAPA DE BEBIDA CARBONATADA	19
GRÁFICO 24. BOTELLAS UTILIZADAS PARA MUESTREO DE PESO	20
GRÁFICO 25. FLUJOGRAMA DE PROCESAMIENTO PET.....	22
GRÁFICO 26. TIPOS DE HOJUELA PET RECICLADA	23
GRÁFICO 27. USUARIO UTILIZANDO MÁQUINA DE RV	25
GRÁFICO 28. SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE BOTELLA.....	26
GRÁFICO 29. FLUJOGRAMA DE MÁQUINA DE REVERSE VENDING.....	26
GRÁFICO 30. CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL 10Y - 2015	27
GRÁFICO 31. NIVELES SOCIOECONÓMICOS DE LIMA METROPOLITANA 2014	28
GRÁFICO 32. NIVELES SOCIOECONÓMICOS DE LIMA METROPOLITANA 2014	28
GRÁFICO 33. EVOLUCIÓN DEL PBI PER CÁPITA (USD).....	29
GRÁFICO 34. EVOLUCIÓN DE LA MANUFACTURA DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS	29
GRÁFICO 35. EVOLUCIÓN DE LAS BOTELLAS PET.....	30
GRÁFICO 36. RESUMEN DE BENEFICIADOS POR EL PROGRAMA DE SEGREGACIÓN EN FUENTE.	32
GRÁFICO 37. BENEFICIOS DE LA APROBACIÓN DEL "B-A-B"	32
GRÁFICO 38. PRINCIPALES DESTINOS DE EXPORTACIONES.....	33
GRÁFICO 39. PIRÁMIDE DE LOS ACTORES EN LA RECOLECCIÓN DE RRSS RECICLABLES	34
GRÁFICO 40. PRINCIPALES EXPORTADORES DE PET PROCESADO 2010-2016.....	35
GRÁFICO 41. PRINCIPALES IMPORTADORES DE PET FLAKE 2010-2016.....	35
GRÁFICO 42. MARCA DE BOTELLAS SMI.....	36

GRÁFICO 43. PRINCIPALES PRODUCTOS DE SINEA	36
GRÁFICO 44. ANÁLISIS DE COMPETENCIAS VS COMPETIDORES.....	37
GRÁFICO 45. ENVASES LIGEROS TRADICIONALES.....	37
GRÁFICO 46. LOGOTIPO "NOVAPET"	38
GRÁFICO 47. ESTRATEGIA CORPORATIVA COMO ACOPIADOR Y RECICLADOR	41
GRÁFICO 48. RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	44
GRÁFICO 49. RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	45
GRÁFICO 50. PREFERENCIAS PARA PAGO DE CLEINTE (EXCEPTUANDO CASH).....	45
GRÁFICO 51. PRINCIPALES MEDIOS DE COMUNICACIÓN	46
GRÁFICO 52. BENEFICIOS SOCIO ECO-AMBIENTALES.....	47
GRÁFICO 53. CADENA DE DISTRIBUCIÓN DEL PET RECICLABLE EN PERÚ.....	48
GRÁFICO 54. PRECIO INTERNACIONAL DEL WTI 1996-2015	49
GRÁFICO 55. CORRELACIÓN DEL PRECIO WTI PET 2010-2016	49
GRÁFICO 56. ESTADÍSTICAS DE EXPORTACIÓN DE PRODUCTOS RECICLADOS	50
GRÁFICO 57. CANTIDAD DE INDUSTRIAS POR SECTOR	51
GRÁFICO 58. EXPORTACIONES VS IMPORTACIONES DE PRODUCTOS RECICLADOS 2015..	51
GRÁFICO 59. ESTADÍSTICAS DE EXPORTACIÓN DE PLÁSTICOS.....	52
GRÁFICO 60. PRECIO DEL PET RECICLADO USD/PEN.....	52
GRÁFICO 61. ESQUEMA DE CÁLCULO DE LA DEMANDA HISTÓRICA.....	53
GRÁFICO 62. DEMANDA HISTÓRICA MENSUAL.....	55
GRÁFICO 63. INDICIES DE ESTACIONALIDAD.....	56
GRÁFICO 64. CONSUMO DE BEBIDAS NO-ALCOHÓLICAS EN LIMA Y DISPOSICIÓN DE RRSS EN LIMA.....	58
GRÁFICO 65. LUGAR DE RECUPERACIÓN DE RECICLADORES 2012.....	58
GRÁFICO 66. ESQUEMA DE CÁLCULO DE LA OFERTA HISTÓRICA.....	59
GRÁFICO 67. PRINCIPALES LUGARES DE COMPRAS-PERÚ.....	63
GRÁFICO 73. EVOLUCIÓN DE LAS VENTAS DE FORMATOS MINORISTAS MODERNOS	63
GRÁFICO 69. MATRIZ DE GENERACIÓN DE PET POR DISTRITO Y KM2	65
GRÁFICO 70. FLUJOGRAMA DE RECICLAJE NOVAPET.....	68
GRÁFICO 71. LAYOUT DE PLANTA DE RECICLAJE DE CAPACIDAD DE 60 TN DIARIAS.....	70
GRÁFICO 72 MAPA POR ESTRATOS DE LOS OLIVOS	72
GRÁFICO 73 MAPA DE ESTRATOS POBLACIONALES DE LOS OLIVOS DIVIDIDO POR ZONAS	72
GRÁFICO 74 MAPA ZONA 2 LOS OLIVOS	73
GRÁFICO 75 MAPA ZONA 3 LOS OLIVOS	73
GRÁFICO 76 DIAGRAMA PARETO ZONA 2 LOS OLIVOS.....	74
GRÁFICO 77 DIAGRAMA PARETO ZONA 3 LOS OLIVOS.....	74
GRÁFICO 78 MAPA ZONA 2 CON ACOPETS IDENTIFICADOS	75
GRÁFICO 79 MAPA ZONA 3 CON ACOPETS IDENTIFICADOS	75
GRÁFICO 80 LOCALIZACIÓN DE GRIFOS PRIMAX - SJL	77
GRÁFICO 81 GRIFOS UTILIZADOS PARA EL MUESTREO	80
GRÁFICO 82 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE RECOLECCIÓN ACOPET	81
GRÁFICO 83 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE RECOLECCIÓN REVEPET	82
GRÁFICO 84 RADIO DE UBICACIÓN DEL ALMACÉN Y PLANTA DE PROCESOS	83
GRÁFICO 85. MATRIZ DE SELECCIÓN DE ALMACÉN.....	84
GRÁFICO 86. GEOUBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA SCM.....	85

GRÁFICO 87. RESUMEN DE LA CADENA DE SUMINISTRO DEL SERVICIO NOVAPET	86
GRÁFICO 88. TRAZO DE LÍNEA INICIAL PARA RUTEO DE CAMIONES	87
GRÁFICO 89. RUTA DEL CAMIÓN N° 1.....	88



INTRODUCCIÓN

El PET (tereftalato de polietileno) es uno de los materiales más comúnmente utilizados en la industria embotelladora de bebidas y del embalaje. Debido a sus peculiares características físicas y químicas, las cuales favorecen su distribución, almacenaje y utilización en productos para el consumo humano; en los últimos años se ha intensificado el uso masivo de este compuesto en toda una variedad de productos, en su mayoría dirigidas a un mercado de venta al menudeo. Por consiguiente, su disposición final viene generando grandes cantidades de residuos sólidos no degradables en el corto plazo, los cuales muchas veces terminan en rellenos sanitarios u otros emplazamientos no controlados. Por ejemplo, una botella de PET tarda 500 años para degradarse dentro de un tiradero en condiciones estándar (Crawford 2013).

Al año 2015, aproximadamente 9.7 MM de personas habitan en Lima Metropolitana y el Callao, las cuales consumen y desechan diariamente más de 177 toneladas de material PET. Esto representa una enorme oportunidad económica y ambientalmente sostenible, debido a la enorme cuota de productos reciclables que dejarían de ser vertidos en los rellenos sanitarios o vertederos informales de residuos sólidos y que pueden ser reutilizados en la industria sin mermar la calidad de los mismos.

El grado de efectividad del ejercicio de reciclaje en estos materiales está sujeto a tres características: el método de reciclaje, la calidad del PET y la cantidad a reciclar. Esta última además de ser la más importante para viabilizar un proyecto, es la que está directamente relacionada con los sistemas de recolección. Es de vital importancia tener un sistema de recolección eficiente y de mejora continua para cada vez captar una mayor cuota de materia prima y, por consiguiente, lograr una mayor producción. En conclusión, el agente que consiga captar mayor materia prima para el proceso de reciclaje, será el que posea un mayor porcentaje del mercado, tendrá mayores márgenes económicos de acción y por lo tanto podrá ofrecer los precios más competitivos a los clientes, convirtiéndolo en el líder del sector.

El presente trabajo pretende representar un diseño innovador, eficiente y factible para la recolección de botellas PET en Lima y a su vez tratar superficialmente la optimización del procesamiento de estos materiales para obtener las hojuelas o escamas PET, el producto meta, que sirven de materia prima para diversos productos reciclados y actualmente tienen una enorme demanda sobre todo en Asia y Estados Unidos, sin restarle importancia al aun no desarrollado, mercado local.

CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1. ASPECTOS GENERALES SOBRE EL PET Y SU RECICLAJE

Los residuos sólidos urbanos constituyen una nueva problemática para la cultura de consumo de la sociedad actual. La dinámica de la misma, la obsolescencia de los productos y el crecimiento demográfico han generado basurales, vertederos y rellenos sanitarios que ocasionan un serio impacto ambiental. Por ello, el problema de tratamiento de residuos sólidos urbanos debe ser encarado considerando todas las etapas del ciclo de vida del producto-residuo, desde la producción (elección de materiales y proceso) hasta su re inserción en un nuevo ciclo de vida a través de la reutilización y reciclaje.

Por el lado del reciclaje del plástico, este es el mercado más grande en comparación con otros materiales de reciclaje, y hay una amplia gama de productos que pueden ser manufacturados a partir de plástico reciclado: tuberías, bandejas de siembra, revestimientos de polietileno de basura, entre otros. Existen alrededor de 50 tipos diferentes de plástico utilizado para empaques de consumo humano. Los principales tipos se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Principales tipos de plástico y aplicaciones

HDPE	Polietileno de alta densidad, se utiliza para la elaboración de envases plásticos desechables y es más rígido. Su aplicación es en botellas opacas, juguetes, productos químicos entre otros.
PVC	Botellas transparentes, con una costura que atraviesa la base. Incluye tuberías y accesorios para sistemas de suministro de agua potable riego y alcantarillado; ductos, canaletas de drenaje y bajantes; componentes para la construcción, tales como: perfiles y paneles para revestimientos exteriores, ventanas, puertas, cielo rasos y barandas; tejas y tabletas para pisos; partes de electrodomésticos y computadores; vallas publicitarias, tarjetas bancarias y otros elementos de artes gráficas; envases de alimentos, detergentes y lubricantes; empaques tipo blíster.
PET	Botellas transparentes, con un punto duro moldeado en el centro de la base. Dentro de este rubro se encuentra botellas de gaseosas, agua y aceite; envases farmacéuticos; tejas; películas para el empaque de alimento; cuerdas, cintas de grabación; alfombras; zuncho; rafia; fibras.

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004)

Elaboración propia

En la presente investigación se tratará específicamente acerca del reciclaje de botellas PET. El tereftalato de polietileno, mejor conocido como PET, fue patentado como un polímero para fibra por J. R. Whinfield y J. T. Dickson en 1941. Su producción comercial de fibra de poliéster comenzó en 1955; desde entonces, el PET ha sufrido un continuo desarrollo tecnológico hasta lograr un alto nivel de sofisticación basado en el espectacular crecimiento en la demanda del producto a escala mundial y a la diversificación de sus posibilidades de uso. A partir de 1976 es que se usa para la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes; principalmente para bebidas, sin embargo, el PET ha tenido un desarrollo extraordinario para empaques de productos para el consumo humano. (Plástico 2011)

Actualmente, el principal uso de la resina PET es la fabricación de envases para:

- Refrescos
- Agua purificada
- Aceite comestible
- Alimentos
- Medicinas
- Productos de limpieza
- Productos de aseo personal
- Cosméticos, entre otros.

1.1.1. PET VIRGEN: ELABORACIÓN DEL ENVASE PET

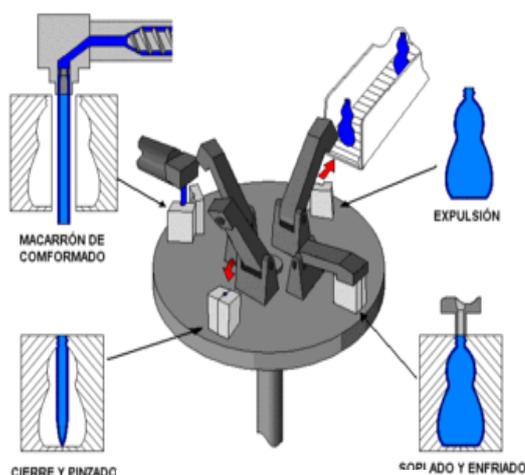
La producción del Tereftalato de Polietileno, es a partir de una resina (Ver Gráfico 1) la cual se presenta en forma de pequeños cilindros, los cuales, secos, se funden e inyectan a presión en máquinas de cavidades múltiples, de las que se producen las preformas, que son recipientes aún no inflados y que solo presentan la boca del envase en forma definitiva (PAOT 2012).

Gráfico 1. Resina PET



Fuente: Amazonbrindes 2013

Gráfico 2. Producción PET por soplado

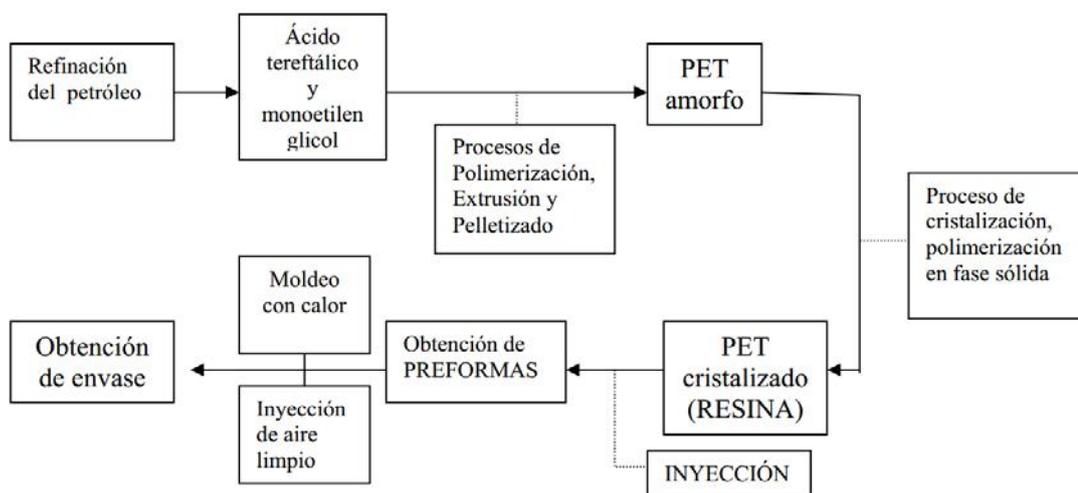


Fuente: Amazonbrindes (2013)

Después, las pre-formas son sometidas a un proceso de calentamiento preciso y gradual, para colocarlas dentro de un molde y se les estira por medio de una varilla o pistón hasta alcanzar su tamaño definitivo, entonces se les infla con aire a presión hasta que toman la forma del molde y se fabrica el envase típico, tal como se puede apreciar en el Gráfico 2. Gracias a este proceso, las moléculas se acomodan en forma de red; esta disposición da al material propiedades de alta resistencia mecánica y baja permeabilidad a gases y vapores.

A continuación, mediante un diagrama de flujo, se describe en el Gráfico 3 el proceso completo de producción de un envase de PET, considerando su transformación desde materia prima hasta convertirse en un producto terminado.

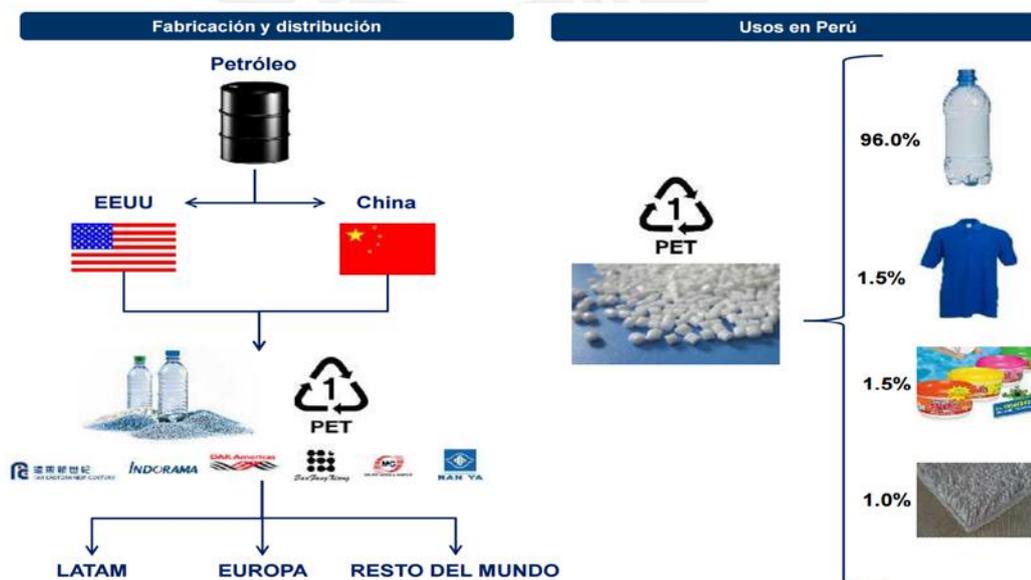
Gráfico 3. Proceso de producción de un envase PET



Fuente: EIS - Universidad de Valladolid 2013

Su producción como resina virgen se da en mayor parte en países desarrollados con altas reservas petrolíferas, los cuales cuentan también con una industria petroquímica altamente desarrollada (China y Estados Unidos). Posteriormente, en países emergentes con altos niveles de consumo de estos productos, se puede utilizar la resina reciclada para otros fines. En el Perú, su uso se da principalmente para la fabricación de envases de plástico (Ver Gráfico 4).

Gráfico 4. Cadena demográfica del PET



Fuente: Fernando Gallo 2015

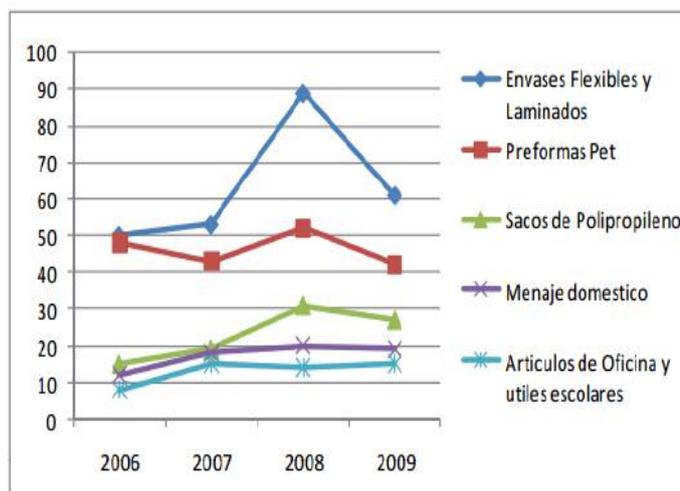
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO PET Y EL RECICLAJE

En el Perú, dada la inexistencia de una industria petroquímica avanzada, la industria de productos plásticos es la que se encarga de procesar la materia prima virgen y transformarla en productos finales. Las empresas del sector no le dan gran importancia al PET reciclado como materia prima y por ello se debe exportar a ciudades como Shanghái o Sao Paolo, donde existe la tecnología necesaria para procesar las hojuelas que se desechan en el país. En el mercado local se dedican principalmente a la fabricación de uno o más tipos de productos plásticos en grupo de familias, de modo que el grado de concentración de plástico en el producto varía de acuerdo al producto y su finalidad. En los últimos años, la producción de productos plásticos ha mostrado un crecimiento relativamente elevado, impulsado por la paulatina recuperación de la demanda interna y por el gradual aumento en el número de aplicaciones del uso del plástico en diferentes sectores económicos, destacando el caso de los envases PET para la industria de aceites comestibles, bebidas gaseosas, entre otros.

Sin embargo, para el año 2009 la industria del plástico sufrió una caída debido a la crisis económica de Estados Unidos. La demanda se ha venido recuperando para el año 2013, gracias a que la economía internacional a partir del año 2011 viene demostrando una recuperación constante.

Gráfico 5. Exportaciones históricas por tipo de plástico

En el Gráfico 5, se puede observar los subproductos exportados a nivel nacional. Los que tienen una mayor demanda son los envases plásticos flexibles y laminados; por otro lado, los que tienen menor demanda en comparación a los demás subproductos son los artículos de oficina y útiles escolares.



Fuente: ADUANET
Elaboración propia

La industria del plástico genera a su vez otra industria que es la industria del reciclaje del plástico PET. El reciclaje de plásticos es una tendencia relativamente novedosa, pero de gran interés porque la mayoría de plásticos pueden recuperarse.

Para tener éxito en el campo de reciclaje de PET es necesario observar a profundidad la cadena de suministro y generar propuestas de mejora con tecnologías más eficientes e innovadoras. Se debe de dejar de lado el reciclado clásico de “acopio tercerizado” y proponer nuevas formas que nos ayuden a suprimir este eslabón de la cadena y desarrollar nuevas tecnologías en pro de una recolección más barata y eficiente.

Las hojuelas PET, por ejemplo, sirven perfectamente para la producción de films, fibras, tela no tejida y flejes de embalaje. Lo importante para todas estas aplicaciones es que no debe haber diferencias perceptibles en el proceso de producción y que no deteriore la calidad del producto final al añadir, incluso grandes cantidades de granulado reciclado (TAPIA, 2012).

En el caso peruano, la exportación de hojuelas PET reciclado es para la fabricación de fibras de poliéster. A partir del año 1976, se emplea en la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes. Actualmente, alrededor de un 75% del PET recuperado se usa para hacer fibras de alfombras, ropa y membrana geo textil. La mayor parte del 25% restante se aplica en envases para productos no alimenticios y compuestos para aplicaciones de moldeo (Vizcarra Proyectos, 2013).

La hojuela PET se puede exportar bajo las siguientes partidas arancelarias mostradas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Partidas arancelarias del PET

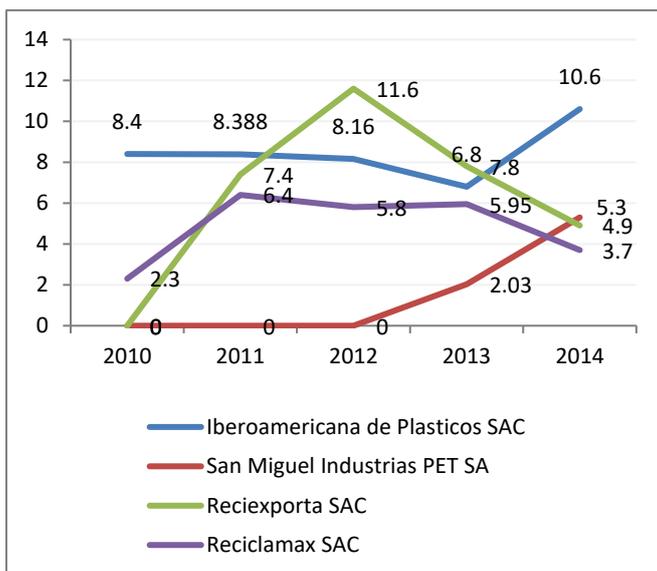
Partida	Descripción
3907.60.90.00	Politereftalado de Etileno sin adición de dióxido de titanio.
3915.90.00.00	Desechos, recortes y desperdicios de los demás plásticos.
3907.60.10.00	Politereftalado de Etileno con adición de dióxido de titanio.
3920.62.00.00	Las demás placas, laminas, hojas y tiras de politereftalato de etileno.
3907.60.00.10	Resina de Poliester (PET).

Fuente: ADEX Data Trade 2015

Elaboración propia

En el Gráfico 6 se pueden ver los resultados de la búsqueda por partidas arancelarias y así, reconocer qué empresas son las principales exportadoras e identificar su participación en el mercado. Se analizará el último año calendario registrado a la fecha del informe (2015) para evaluar la situación del mercado en los últimos 5 años.

Gráfico 6. Exportaciones de productos plásticos por empresa (en millones de USD)



Fuente: ADEX Data Trade 2015

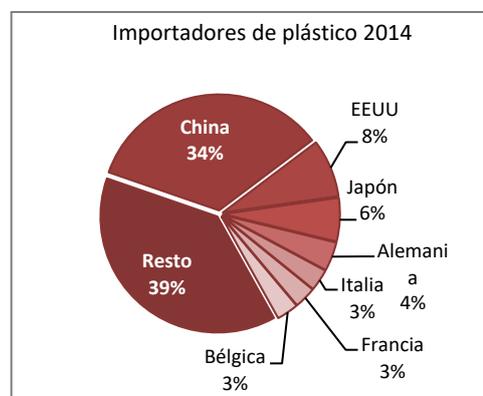
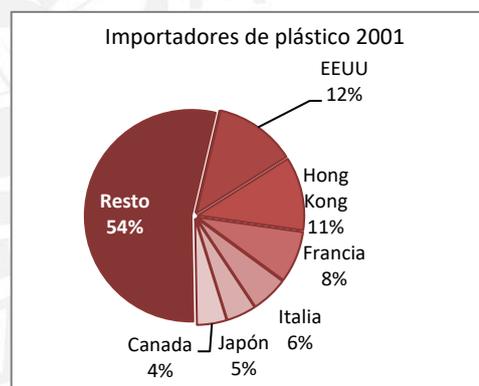
Elaboración propia

En primer lugar, se encuentra la empresa IBEROAMERICANA DE PLASTICOS S.A. que exporta USD10.6 MM (valor FOB) de PET reciclado. En segundo lugar, se encuentra SMI PET SA que ha exportado USD5.3 MM (valor FOB). Entre ambas representan más del 50% de las exportaciones PET. El total de las exportaciones son 38 millones de dólares (valor FOB) y en el Gráfico 6 se muestra las empresas que controlan el 65% del mercado. El otro 35 % está controlado por empresas con menos de 2 % de *market share*.

Gráfico 7. Comparación de importaciones de plástico 2001 -2014

En los gráficos 7, 8, 9 y 10 se puede ver la evolución de los principales importadores y exportadores de plástico del 2001 al 2014, teniendo como principales representantes a China, EEUU y Japón en todos los años, además de los principales países de la Unión Europea. Actualmente, China es el principal exportador e importador de plásticos, por la gran industria manufacturera que se ha consolidado en el país durante los últimos años.

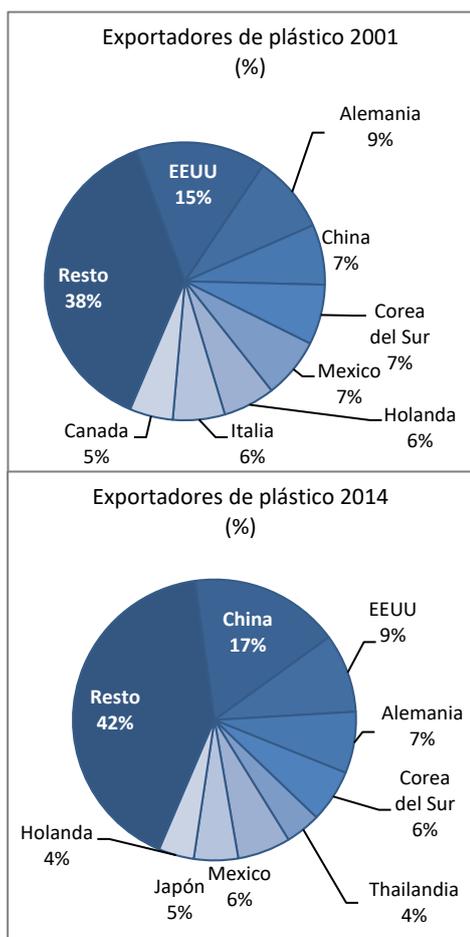
Cabe resaltar que en estos países las exportaciones vienen dadas generalmente por productos terminados y las importaciones por materias primas. Para efectos de la investigación: China, EEUU y Japón serían los mercados objetivos para exportar el PET. Sin embargo, por cuestión de costos de flete se debe incluir a Brasil como el principal importador local en Latinoamérica.



Fuente: ADEX Data Trade (2015).

Elaboración propia

Gráfico 8. Exportadores de plástico 2001-2014



Fuente: ADEX Data Trade 2015
Elaboración propia

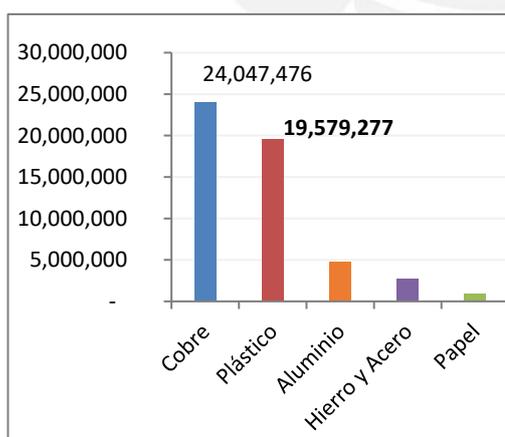
En el ámbito nacional, refiriéndose específicamente a productos reciclados, es el plástico el producto de mayor importación y el metal, el de mayor exportación. Esto debido a que la industria peruana compra muchos productos terminados a base de plástico, muchas veces con materia prima reciclada (camisetas, escobas, celulares, etc.). En los metales, se puede observar el Gráfico 8 donde el cobre, el aluminio, el hierro y el acero reciclado mueven más de USD 30 MM al año. Finalmente, el papel es el material de menos comercialización internacional debido a las buenas campañas de reciclaje de papel y el abastecimiento de la industria nacional tanto en la oferta como en la demanda de estos productos.

Gráfico 9. Importaciones y Exportaciones de Productos Reciclados



Fuente: ADEX Data Trade 2015
Elaboración propia

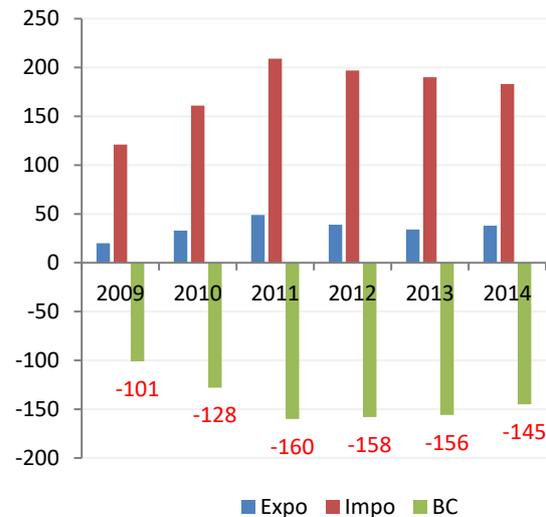
Gráfico 10. Exportación de materiales reciclables 2014 (MM USD)



Fuente: ADEX Data Trade 2015
Elaboración propia

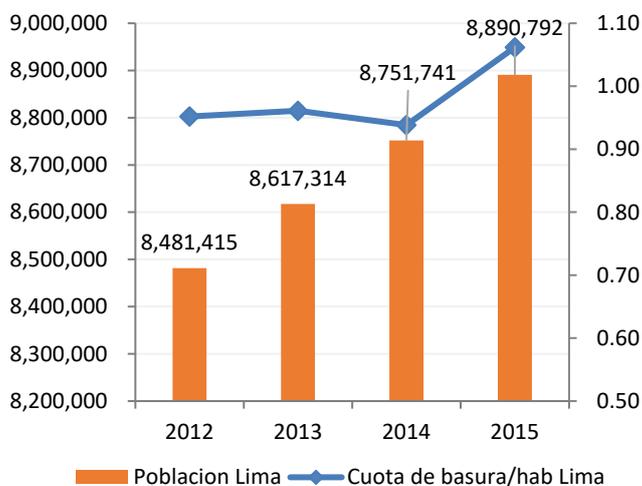
Respecto al PET reciclado específicamente, en el Perú la balanza comercial tiene un déficit de USD 145 MM (Ver Gráfico 11), dejando en claro que el mercado no se da suficiente abasto para la industria que lo requiere como materia prima. Esto significa una oportunidad inmejorable de explotar el mercado nacional y de aminorar costos de fletes al dirigir nuestra producción a la industria peruana. Como ya se pudo observar en el Gráfico 6, uno de los más grandes consumidores de PET reciclado en el país es Industrias San Miguel (ISM).

Gráfico 11. Balanza Comercial en Perú del PET Reciclado (USD MM)



Fuente: ADEX Data Trade (2015)
Elaboración Propia

Gráfico 12. Población de Lima Metropolitana vs Cuota de Basura diaria (Hab.-Kg)



Fuente: INEI y SIGERSOL
Elaboración propia

En Lima cada habitante genera un poco más de 1 kg de basura diaria en promedio (Ver Gráfico 12). En el 2015, con los 9'752,000 habitantes en Lima Metropolitana y el Callao, es posible calcular que anualmente se produce cerca de 3 millones de toneladas de residuos sólidos, los cuales tienen una composición como la expuesta en el Gráfico 13. De aquí, se puede determinar que cerca del 1.23% es plástico de botellas, sin embargo, más

adelante es posible ajustar este dato a la realidad de cada distrito gracias a múltiples muestras que toma cada Municipio en su legislación.

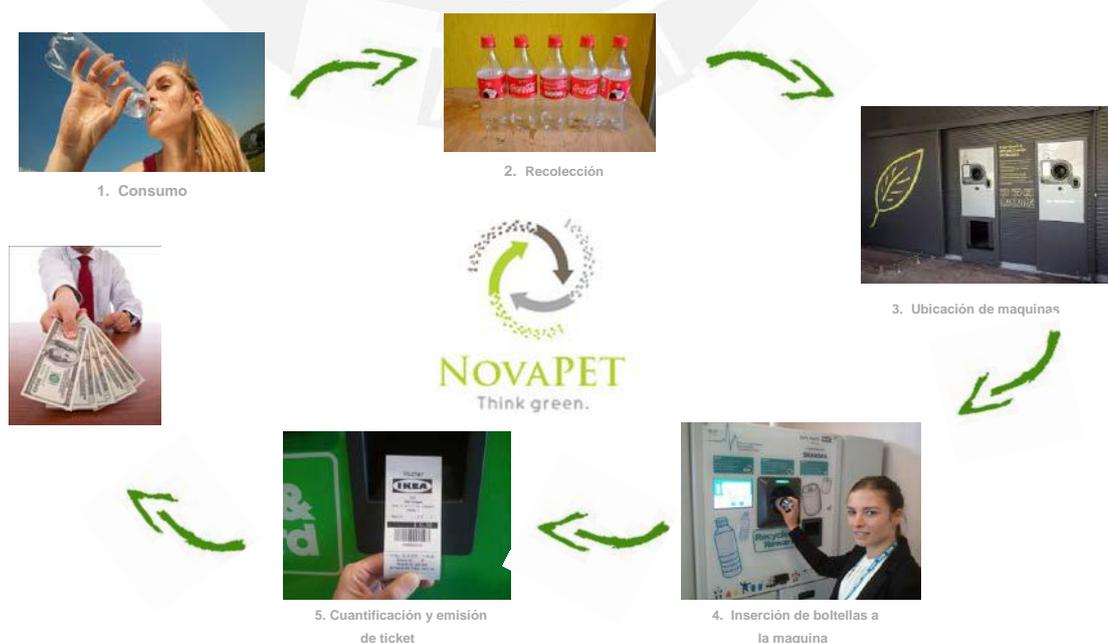
1.2.1. REVERSE VENDING

El proceso de *reverse vending* es un ejercicio con gran potencial en países en vías de desarrollo con alto consumo de materiales reciclables, además de ser el método más utilizado en países

con altos niveles de reciclaje. A pesar de la gran cantidad de recicladores (e intermediarios) masivos o minoristas, la necesidad de un modelo más organizado, con mayor alcance y que mantenga el esquema de beneficios económicos a cambio de reciclar; conllevará al dominio de este mercado eliminando a los demás competidores con estrategias basadas en la reducción de costos, la accesibilidad y mejores beneficios. Básicamente se aplica el sistema de las máquinas expendedoras normales a la inversa, donde una máquina que trabaja con energía eléctrica se coloca en puntos estratégicos con la única finalidad de que los clientes se acerquen con los envases de PET ya utilizados y los introduzcan en la máquina; acorde al número de envases, el material y la capacidad de los mismos se expende un *ticket* con un valor impreso en ellos, los cuales pueden ser canjeados por puntos, descuentos, cupones o dinero en efectivo en lugares autorizados aledaños a la máquina (Ver Gráfico 14). En casos especiales la máquina puede expender directamente el dinero haciendo innecesario un tercero en el sistema de canje.

Este novedoso sistema reduce los costos, aumenta la eficiencia y automatiza el proceso de sobremanera. Primero, se disminuye el costo del personal encargado de la recolección, se evita lidiar con el peso y el control de las botellas PET en los puntos de acopio. Segundo, la máquina tiene una capacidad aproximada de 1,200 botellas (según modelo y proveedor) y al ingresarlas, estas se reducen en un 6 a 8% de su volumen inicial gracias al sistema de compresión que tiene la máquina. Tercero, la máquina separa automáticamente, las tapas, etiquetas y restos líquidos de las botellas, con lo cual se ahorrará costos y tiempo en el proceso de segregación y lavado. Finalmente, la máquina es capaz de darle una forma cúbica a la masa de botellas, lo cual facilita su paletizado y por tanto reduce costos logísticos y de procesamiento.

Gráfico 13. Sistema de Reverse Vending (Cliente)



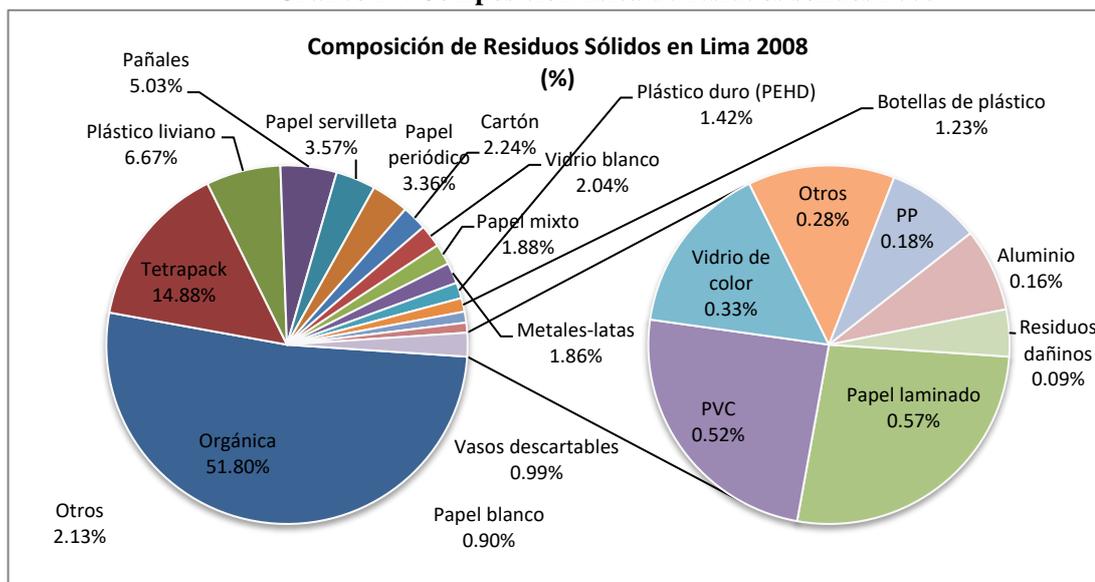
Elaboración propia

1.3. SISTEMAS ACTUALES DE RECOLECCIÓN

El reciclaje de PET se está proyectando como parte fundamental del boom ambiental que se vive actualmente y, en consecuencia, se está convirtiendo en una de las mayores oportunidades de negocios para toda la industria del plástico. El acopio de material, la volatilidad de los precios y cambiar la percepción de los consumidores frente a productos elaborados con estos materiales se constituyen como los principales desafíos que encuentra el gremio en toda América Latina para consolidar el negocio. La recolección y la recuperación del material usado es el principal inconveniente que encuentran las empresas interesadas en reciclar PET. Estas labores son la piedra fundamental para garantizar un abasto permanente y confiable, que a su vez permita el desarrollo de una industria recicladora.

Por ejemplo, Japón, el país más avanzado en este campo, registró una tasa de reciclaje de botellas de PET (volumen total de recolección/volumen de botellas vendidas) de 77.9% en 2009, según datos del consejo de reciclaje de botellas de PET de ese país. Por su parte, Europa tiene cifras consolidadas de 48.3%, de acuerdo con la Asociación Europea de Reciclaje de Contenedores de PET (Petcore), y Estados Unidos de 28%, según la Asociación de Resinas de PET (Ortega 2011). En América Latina, Brasil es el líder con una tasa de 55.6%, seguido por Argentina con 34%, según reportes de la Asociación Brasileña de la Industria del PET. (Abipet, 2010). Actualmente se desechan aproximadamente 9 mil toneladas diarias de residuos sólidos solo en Lima, esto contrastado con la población limeña (9.75 millones) corresponde aproximadamente a un kilo de basura por persona, del cual cerca del 0.18% (2008) al 1.87% (2015) corresponde a botellas PET, el 1.42% representa plástico duro (PEHD) y el 0.09% es aluminio (Ver Gráfico 14). Por lo tanto, se puede concluir que diariamente se desechan aproximadamente 177.2 Ton. de botellas PET y 12.8 Ton. de aluminio solo en Lima Metropolitana y el Callao, lo cual representa un mercado potencial de 257 mil dólares al día. El análisis del mercado, la demanda y la oferta del producto serán analizados en el capítulo 3 y 4 del presente trabajo.

Gráfico 14. Composición física de residuos sólidos 2008



Fuente: Eguizabal 2008
Elaboración propia

Expuestos los datos de mercado del reciclaje del PET en el Perú, es posible identificar que el gran problema de la cadena de suministro es localizar y acopiar de forma eficiente todo este material reciclable. El precio que se obtenga de la comercialización del producto en cuestión es mayor cuando:

- El paquete sólo contiene PET.
- Las botellas son del mismo color; las botellas de aceite, mayonesa y otros contenidos aceitosos se separan de los otros.
- El embalaje proviene de la recogida selectiva.
- El paquete está en la densidad más alta posible (gruesos a veces contienen un mayor número de botellas en el mismo espacio volumétrico).
- El paquete está cerrado con rafia y atado con películas de estiramiento de plástico (la PET reciclado se utiliza también en la producción de este tipo de material).

Cuando los paquetes no están de acuerdo con las especificaciones anteriores, los compradores de la materia tienen que realizar dichos procesos, lo que significa un mayor costo de procesamiento o sea descuentos en el precio de adquisición.

En la actualidad, a nivel mundial, los principales Sistemas de Recolección de Residuos Sólidos Reciclables se dividen en dos grupos conformados por seis métodos en total:

MÉTODOS TRADICIONALES DE RECOLECCIÓN (Ver Anexo 1)

- Recolección mediante segregación de la basura en fuente
- Recolección directa a domicilio
- Recolección mediante intermediarios
- *Screening*

MÉTODOS MODERNOS DE RECOLECCIÓN

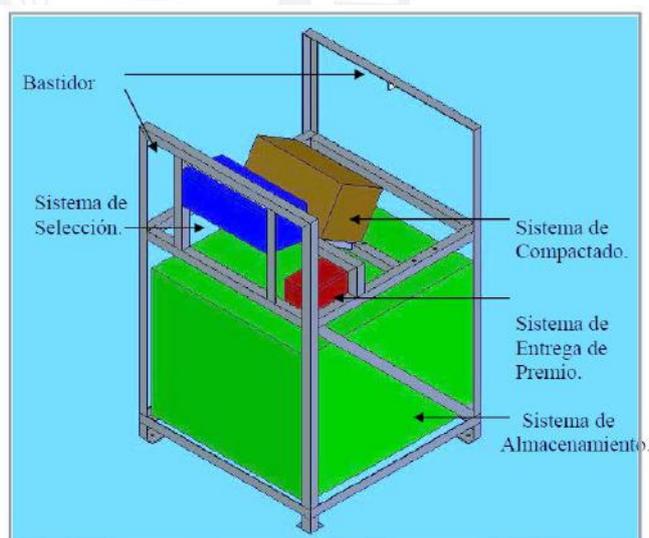
- *Reverse Vending*
- Reciclaje en fuente mecánico

1.3.1. MÉTODO DE RECICLAJE MECÁNICO

El "Método de reciclaje mecánico" es un método extensivo de la segregación de residuos sólidos, pero que incluye maquinaria desarrollada para reducir el volumen de las botellas en fuente (Ver Gráfico 15).

El procedimiento es bastante sencillo. Se utilizará el modelo desarrollado por el Ing. Miguel Patiño, donde a través de fuerza mecánica aplicada por el usuario se puede comprimir la botella a niveles cercanos al 50% de su volumen inicial (acorde tipo y tamaño de la botella), lo cual se traduce en reducción de costos logísticos.

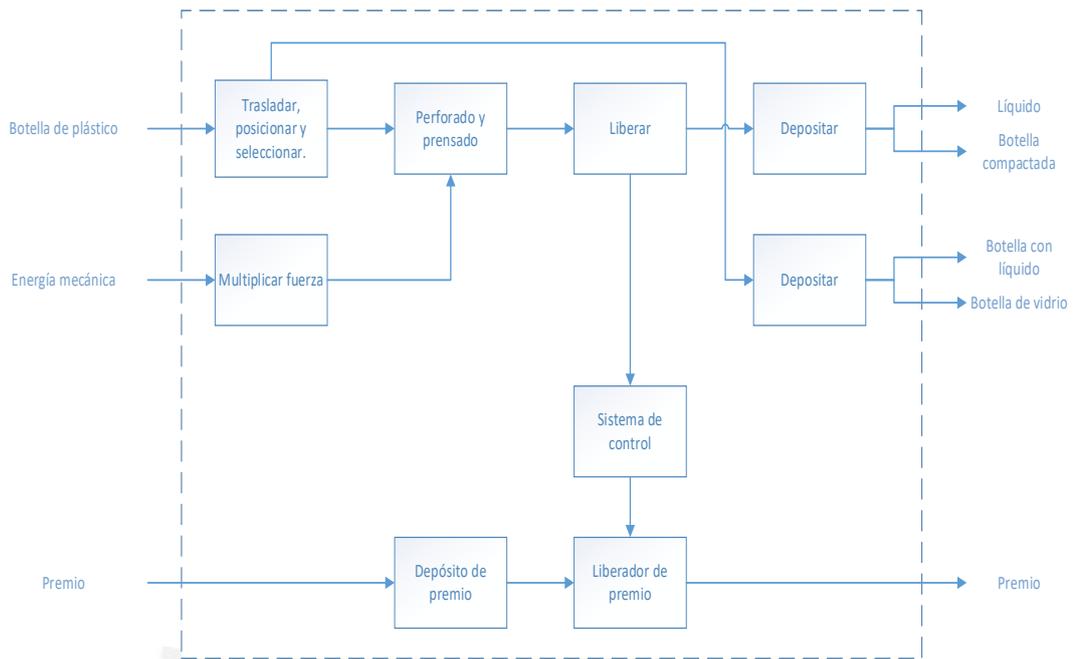
Gráfico 15. Máquina de Reciclaje Mecánico



Fuente: Patiño 2012

A través de una palanca se debe de aplicar fuerza para que las púas del rodillo y un sistema de compactado, aplasten la botella y posteriormente sea almacenada en un compartimiento de la máquina. En el Gráfico 16, se puede observar el proceso completo de compactación.

Gráfico 16. Diagrama de flujo del Reciclaje Mecánico

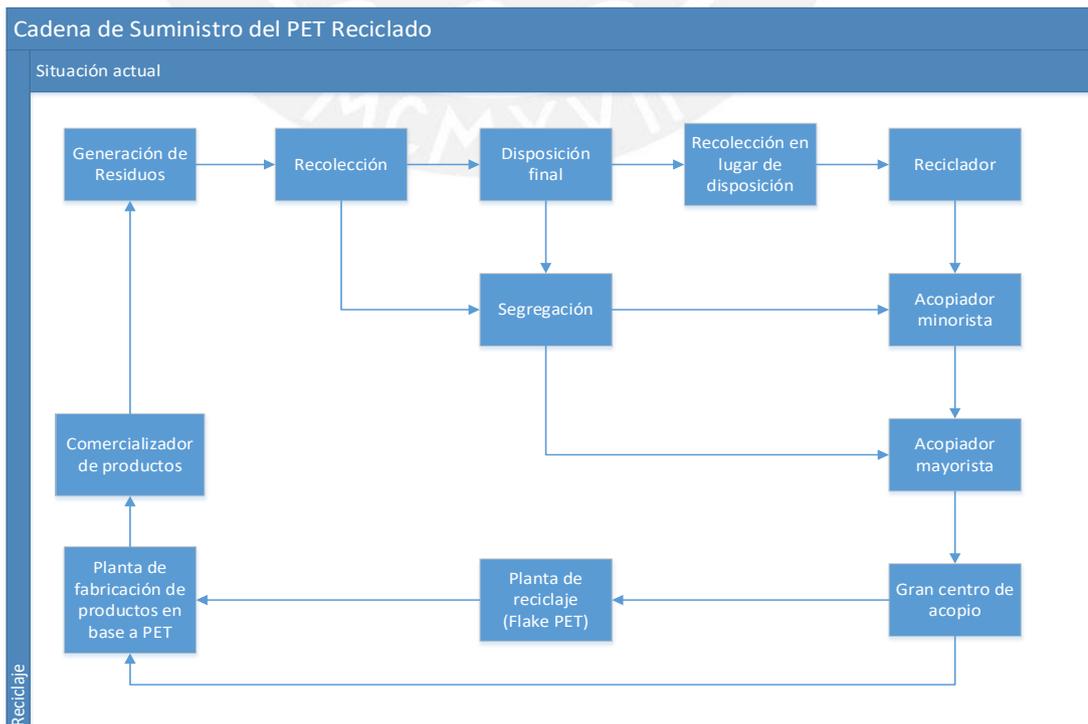


Fuente: Patiño 2012

1.4. ANALISIS DE LA CADENA DE SUMINISTRO DEL PET

La cadena de suministro (*Supply Chain*) según Chopra y Meindl (2010) envuelve muchas partes, directa e indirectamente, para satisfacer los pedidos de los clientes y engloba un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, minoristas, almacenes, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal del flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor final.

Gráfico 17. Cadena de suministro del PET Reciclado

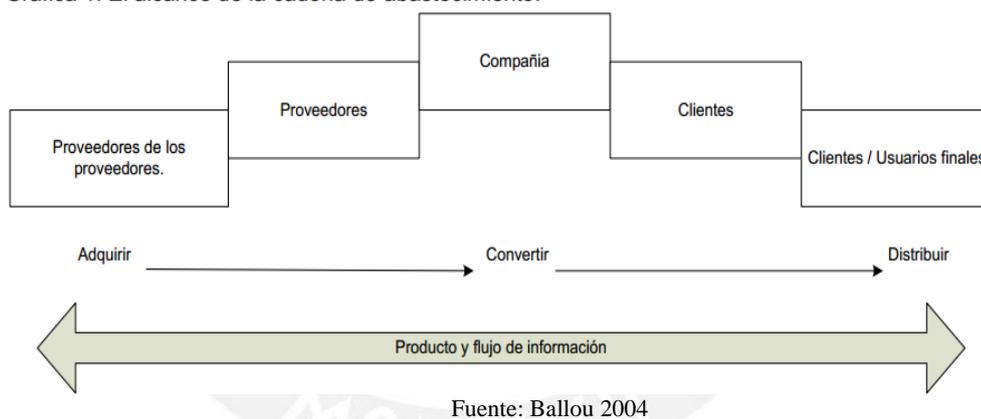


Elaboración propia

La cadena de suministro actual del PET, comienza y termina en el consumidor del producto, quien al final de la vida útil del mismo, lo dispone para su recolección, ya sea mediante segregación directa o indirecta (segregación en lugar de disposición) para pasar por los acopiadores y llegar al comercializador final quien transfiere el producto a las plantas de reciclaje para producir el PET Flake y posteriormente pueda ser transformado en productos de consumo masivo que nuevamente serán comercializados al público *retail* (Ver detalle en Gráfico 17).

Dado que las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de venta normalmente no están ubicados en los mismos lugares y el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades logísticas se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado (Ballou 2004). El esfuerzo se realiza desde el primer proveedor (proveedor del abastecedor) pasando por producción hasta el último cliente (cliente del cliente), es decir, entre proveedores, fabricantes, distribuidores y clientes (Ver Gráfico 18).

Gráfico 18. Alcance de la cadena de abastecimiento

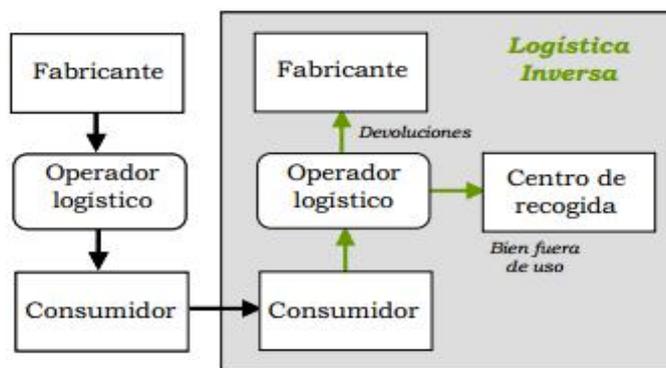


El objetivo de la cadena de abastecimiento debe ser maximizar el valor generado. El valor (también conocido como excedente de la cadena de abastecimiento) que una cadena de abastecimiento produce es la diferencia entre el valor del producto final que vale para el consumidor final y los costos que se ha generado en satisfacer esta demanda.

Para analizar el reciclaje del PET existe literatura diversa que abarca el sistema logístico del reciclaje de cualquier residuo sólido como logística inversa. La logística inversa es el proceso de mover bienes de su destino final típico a otro punto, con el propósito de capturar valor que de otra manera no estaría disponible, para la disposición apropiada de los productos, lo cual introduce el concepto de recuperación de valor de los componentes de la cadena.

Gráfico 19. Ciclos productivos logísticos

“La logística inversa es el proceso de planificación, implantación y control de forma eficiente y al coste óptimo del flujo de materias primas, materiales en curso de producción y productos acabados, así como el de la



Fuente: Hawks 2006

información relacionada, desde el punto de consumo hacia el punto de origen con el objeto de recuperar el valor de los materiales o asegurar su correcta eliminación” (Hawks 2006).

En el gráfico 19, se puede ver el diagrama flujo que compone la logística inversa. Para este caso, no se utilizará este concepto, debido a que el reciclaje PET también puede ser visto desde el punto de vista de la logística tradicional, al considerarse el PET usado como un insumo que posee distintos medios de recolección. A continuación, se presenta el análisis de diseño para el proceso de reciclaje PET.

1.4.1. SISTEMA DE INSTALACIONES

Con respecto a las instalaciones se debe implementar una estrategia logística que tenga en cuenta dos tipos de decisiones: estructurales e infraestructurales.

Las **decisiones estructurales** son las que se refieren a la construcción de los medios necesarios para diseñar el sistema logístico. De este modo las empresas se plantean la dimensión y la ubicación de la red teniendo en cuenta las unidades productivas y su enfoque, como los centros de distribución y las plataformas de tránsito (almacén en el que se deposita y organiza la mercancía en pequeños lotes) así como las características, la dimensión y las distancia.

Las **decisiones de infraestructura** son aquellas que la empresa considera en base a los niveles de competencia necesaria para que el sistema creado opere con eficacia, el modo en que se definirá una política de inventarios y su ubicación en la cadena de suministro, cuándo y cómo circulara ese inventario, cómo se gestionará el ciclo de pedido (*push o pull*), cómo se definirá y gestionará la política de servicio, etc.

La planeación en este punto se refiere a la ubicación de las instalaciones, las cuales están ligadas a la necesidad y a la decisión de localización. Los factores clave en este punto son:

- Cercanía a fuentes de abastecimiento.
- Mercados (tipo, extensión y cultura).
- Accesibilidad.
- Terreno y construcción.
- Marco jurídico de la zona.
- Costos, impuestos y tarifas.

En este caso se utilizará el método del centro de gravedad, el método de la instalación sencilla y parte de la teoría de Weber para la ubicación de las instalaciones; no se ahondará en cuestiones infraestructurales en la presente tesis. El detalle del marco teórico de la planeación, elección y justificación de los métodos a utilizar para las instalaciones, está disponible en el Anexo 2. Adicionalmente la teoría para el Diseño de Instalaciones se presenta en el Anexo 3 y la operación de las Instalaciones, en el Anexo 4.

1.4.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

El producto del cual se abastece el proyecto (tereftalato de polietileno) se presentará principalmente como un residuo sólido, entonces lo correcto es que sea considerado como una materia prima la cual se debe recolectar de los variados y muy diseminados proveedores (personas naturales o jurídicas que nos surtirán el material PET) en Lima.

Una red de abastecimiento apropiada puede ser usada para asegurar los objetivos de la cadena de suministro a bajo costo. Como resultado, muchas veces en la misma empresa se opta por seleccionar diferentes métodos de abastecimiento.

La planeación del abastecimiento se da en función a dos variables (Ver Anexo 5):

- Necesidades de los proveedores que son conocidas
- Costo de conocer las necesidades de los proveedores

En el diseño de la red de abastecimiento, se utilizará métodos cualitativos para el pronóstico de la demanda (Ver Anexo 6). Para la operación de abastecimiento, se debe de tener en cuenta el tipo de plástico con el que se trabaja, ya que la mezcla de diferentes tipos de materia prima ocasiona impurezas en el producto final lo cual se castiga con un menor precio de venta (Ver Anexo 7). El producto esperado debe contener menos de 0.1 PPM de impurezas.

Para diferenciar los tipos de plástico, es necesario mencionar que siempre están rotulados con el tipo de plástico predominante en la fabricación de los productos. A continuación, en el Gráfico 20 se muestran los tipos de plástico más comercializados en el mercado nacional.

Gráfico 20. Símbolos por tipo de plástico escrito en los envases

Símbolo	Tipo de Plástico	Propiedades	Usos Comunes
 PET	PET PolietilenoTereftalato (Polyethylene Terephthalate)	Contacto alimentario, resistencia física, propiedades térmicas, propiedades barreras, ligereza y resistencia química.	Bebidas, refrescos y agua, envases para alimentos (aderezos, mermeladas, jaleas, cremas, farmacéuticos, etc.)
 HDPE	HDPE Polietileno de alta densidad (High Density Polyethylene)	Poco flexible, resistente a químicos, opaco, fácil de pigmentar, fabricar y manejar. Se suaviza a los 75°C	Algunas bolsas para supermercado, bolsas para congelar, envases para leche, helados, jugos, shampoo, químicos y detergentes, cubetas, tapas, etc.
 PVC	PVC Policloruro de vinilo (Plasticised Polyvinyl Chloride PCV-P)	Es duro, resistente, puede ser claro, puede ser utilizado con solventes, se suaviza a los 80°C. Flexible, claro, elástico, puede ser utilizado con solventes.	Envases para plomería, tuberías, "blister packs", envases en general, mangueras, suelas para zapatos, cables, correas para reloj.
 LDPE	LDPE Polietileno de baja densidad (Low density Polyethylene)	Suave, flexible, translucido, se suaviza a los 70°C, se raya fácilmente.	Película para empaque, bolsas para basura, envases para laboratorio.
 PP	PP Polipropileno (Polypropylene)	Difícil pero aún flexible, se suaviza a los 140°C, translucido, soporta solventes, versátil.	Bolsas para frituras, popotes, equipo para jardinería, cajas para alimentos, cintas para empacar, envases para uso veterinario y farmacéutico.
 PS	PS Poliestireno (Polystyrene)	Claro, rígido, opaco, se rompe con facilidad, se suaviza a los 95°C. Afectado por grasas y solventes.	Cajas para discos compactos, cubiertos de plástico, imitaciones de cristal, juguetes, envases cosméticos.
 PS-E	PS-E Poliestireno Expandido (Expanded Polystyrene)	Esponjoso, ligero, absorbe energía, mantiene temperaturas	Tazas para bebida calientes, charolas de comida para llevar, envases de hielo seco, empaques para proteger mercancía frágil
 OTHER	OTHER Otros (SAN, ABS, PC, Nylon)	Incluye de muchas otras resinas y materiales. Sus propiedades dependen de la combinación de los plásticos.	Auto partes, hieleras, electrónicos, piezas para empaques.

Fuente: Ojeda 2011

1.4.3. SISTEMA DE TRANSPORTES

El transporte de los recursos debe ser analizado desde la captación del PET hasta el final de la cadena donde los clientes se hacen acreedores de la hojuela PET.

El trabajo se enfocará en los factores más importantes:

- Modalidades de transporte.
- Infraestructura y políticas de transporte.
- Diseño de la red.

Las modalidades, políticas y parámetros de diseño del sistema de transporte, están disponibles en el Anexo 8. Las consideraciones generales de la planeación del sistema de transportes han sido elaboradas en base a las seis variables de McGinnins (Ver Anexo 9).

En este punto se utilizará el **método del barrido** para identificar las rutas de los camiones a utilizar en la cadena de suministro (Ver Anexo 10).

1.5. RECICLAJE DEL PET

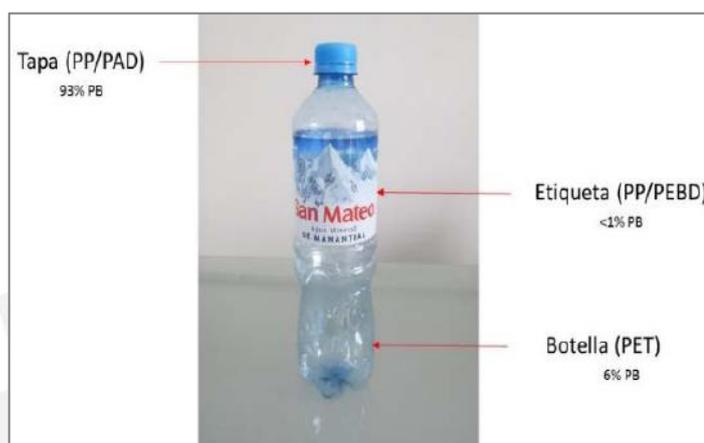
En este subcapítulo se tratará de los procesos que sigue el PET para su reciclado y su composición final, antes de ello se hará una pequeña introducción del estado del PET como residuo sólido, cuando termina su vida útil como contenedor un líquido.

Gráfico 21. Partes de Botella PET

Conceptos básicos

Una botella de plástico está conformada por tres partes (Ver Gráfico 21):

- El envase
- La tapa
- La etiqueta



Elaboración propia

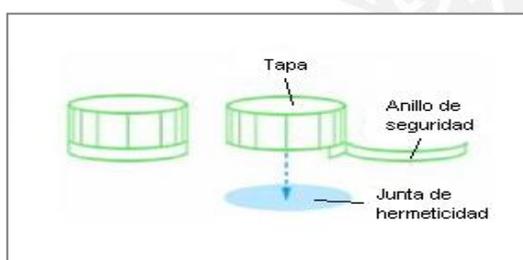
Gráfico 22. Desglose de Botella PET

El envase es el material más relevante para el proyecto. Como ya se mencionó anteriormente, existen diversos tipos de plásticos de los que puede estar fabricada la botella, pero para efectos del estudio, se hará un enfoque en el más abundante en esta categoría, el PET.



Elaboración propia

Gráfico 23. Tapa de bebida carbonatada



Fuente: Ojeda 2012

En el Gráfico 23, se logra observar que la tapa tiene dos componentes, el de la tapa en sí en conjunto con el anillo de seguridad, que generalmente están hechos de PP (polipropileno) ó PEAD (polietileno de alta densidad), y la junta de hermeticidad interior

que le da esa propiedad de sellante a la tapa para que no se escape el anhídrido carbónico solo para el caso de bebidas gasificadas; este material está compuesto, en general, por EVA (etilenvinilacetato). Por último, la etiqueta está compuesta por PP o PEBD (polietileno de baja densidad), sin embargo, también tiene otros componentes químicos en la tinta y los adhesivos (polibuteno-1, EVA, etc.). En el Gráfico 22 se puede observar los tres tipos de plásticos de una botella standard de agua en Perú, separados por tipo.

Peso de PET en Botellas

A continuación, en el Cuadro 3 se exponen los pesos de las muestras que se tomaron de las principales bebidas envasadas en PET en el mercado peruano (Ver Gráfico 24), las tomas exactas pueden ser revisadas en el Anexo 11. Para efectos del estudio se utilizará una medida estándar de las botellas con el producto de mayor comercialización en el mercado (en este caso el envase de Coca Cola de 0.5 l.), esto con la finalidad de utilizar una misma medida en los cálculos de demanda y requerimientos logísticos en los siguientes capítulos.

Adicionalmente se tienen las principales características químicas del PET en estado normal en el Cuadro 4, es necesario resaltar que la densidad del PET, un valor crítico para el estudio, varía con relación al tipo de producto. Por ejemplo, las botellas de agua Cielo en Perú, tienen casi un 30 % menos de densidad que una botella de agua carbonatada, se ahondará más en este punto en el Capítulo 3.

Gráfico 24. Botellas utilizadas para muestreo de peso



Elaboración propia

Cuadro 3. Pesos de Botellas PET Comerciales

Volumen Neto (L.)	Modelo	Peso PET (Kg.)	Peso Tapa (Kg.)	Peso Label (Kg.)	Peso Total Bot (Kg)	Vol de PET (L.)	Vol de la tapa (L.)	Vol Total Bot (L.)
0.625	Cielo (Eco)	0.013	0.001	0.000	0.0145	0.009	0.001	0.011
0.6	San Mateo	0.018	0.002	0.000	0.0198	0.012	0.002	0.015
0.473	Powerade	0.018	0.003	0.000	0.0205	0.013	0.003	0.015
0.5	Cifrut	0.015	0.001	0.000	0.0164	0.011	0.001	0.012
0.5	Concordia	0.024	0.003	0.000	0.0272	0.017	0.003	0.020
0.5	Fanta	0.025	0.002	0.000	0.0265	0.017	0.002	0.019
0.5	Inka Cola	0.024	0.002	0.000	0.0260	0.017	0.002	0.019
0.5	Coke	0.028	0.002	0.000	0.0299	0.020	0.002	0.022
1	HADDAD	0.030	0.003	0.000	0.0328	0.021	0.003	0.024
1.5	Coke	0.049	0.003	0.001	0.0527	0.035	0.003	0.038
1.5	Inka Cola	0.043	0.003	0.001	0.0465	0.031	0.003	0.033
2	Coke	0.536	0.003	0.001	0.5394	0.380	0.003	0.383
2.5	Vida	0.043	0.003	0.001	0.0462	0.030	0.003	0.033

* Se asume que el espesor de la pared es la estándar: Alto: 0,4 +/- 0,2 mm; Cuerpo: 0,3 +/- 0,2 mm.

Elaboración propia.

Cuadro 4. Propiedades del PET en Estado Normal

Propiedad	Valor	Medida
Viscosidad intrínseca	0.81	dl/g
Acetaldeído	< 1	ppm
Humedad	< 2%	
Temperatura de Fusión	245	°C
Densidad PET Amorfo	1.34	g/cm ³
Densidad PET Semicristalino	1.48	g/cm ³
Densidad PET Industrial	1.41	g/cm ³
Densidad Residuos PET (Natural)	0.25	g/cm ³
Densidad PET Compactado	1.20	g/cm ³
Densidad Polipropileno	0.90	g/cm ³
Densidad PEAD	0.95	g/cm ³
Densidad Tapa	0.95	g/cm ³
Peso Tapa	2.77	g

Fuente: Plasticizers 2013

Elaboración propia

El reciclado se produce en tres etapas básicas:

- **Recuperación:** Que comienza en el momento de la eliminación y termina con la tasación del producto que se convierten en chatarra comerciable.
- **Procesamiento:** Empieza con la compra de la chatarra en manojos y termina en la producción de la materia prima reciclada.
- **Transformación en PT:** Es el final del proceso de reciclaje completo, es el uso de la materia prima de las botellas de PET post-consumo para la producción de varios productos a base de resina reciclada PET.

1.5.1. RECUPERACIÓN

Evita que las botellas terminen en rellenos sanitarios. Este reciclaje se produce gracias a los sistemas alternativos de recolección realizadas a través de empresas que se dedican a esta tarea; en el Perú la tarea es llevada a cabo por los recolectores y sus cooperativas. A pesar de ello, una parte de estos paquetes terminan en los vertederos, que es el sistema más común para la disposición de residuos sólidos urbanos. Esto ocurre debido a dos razones principales (Alfonso 2010):

1. La falta de recolección de residuos, pues no todos los municipios tienen recolección en fuente del 100% de los hogares, especialmente en los distritos y barrios más carentes.

2. Los hábitos de la población, que disponen de sus residuos tirándolos en la basura general (sin segregación de reciclables) o, peor aún, en los ríos y carreteras.

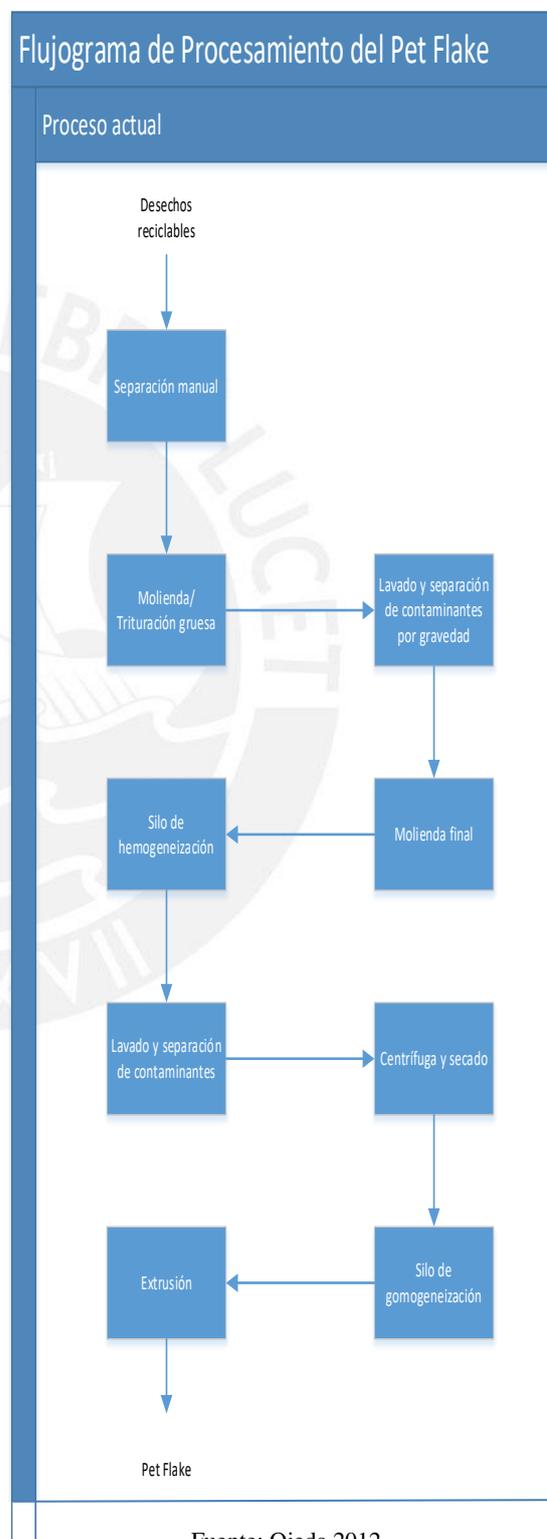
1.5.2. PROCESAMIENTO DE LA HOJUELA PET

Gráfico 25. Flujo de Procesamiento PET

La Hojuela/ *Flake* se produce a partir de envases PET, y el proceso mecánico resumido se realiza de la siguiente manera:

- a. Los plásticos son separados y pasan por una limpieza superficial (etiquetas, papeles, residuos de material biodegradable), posteriormente ingresan al molino para ser triturados. La preparación final del producto empieza con el lavado y la separación de sustancias contaminantes, es necesario repetir este proceso para obtener una mayor calidad. Después el material pasa por una centrifuga y secadora para almacenarse en un silo intermedio.
- b. El producto triturado, limpio, seco y homogéneo se ingresa a una extrusora, y, tras el proceso de graneado, se obtiene la granza lista para ser procesada por diferentes técnicas (acorde a los requerimientos finales del PET).
- c. Se mezcla de granza reciclada con polímero virgen para alcanzar las prestaciones requeridas.

El proceso completo puede ser analizado etapa por etapa en el Gráfico 25.



Fuente: Ojeda 2012
Elaboración propia

Las diferencias en las propiedades del PET reciclado comparadas con las del PET virgen pueden ser atribuidas principalmente al tratamiento térmico adicional experimentado por el material reciclado, el cual da como resultado un decremento en el peso molecular, junto con un incremento en el ácido carboxílico, en el color y también en el nivel de acetaldehído. Estudios han demostrado que el RPET (PET Reciclado) posee un módulo de Young menor, mayor elongación a la rotura y mayor resistencia al impacto que el PET virgen. Así, el RPET es más dúctil mientras el PET virgen es más frágil; este es un resultado de las diferencias en la cristalinidad entre los materiales. En el Gráfico 26 se llega a observar las principales características de los tres tipos de RPET comercial y en el Cuadro 5, los atributos del producto comercial más solicitado en el mercado (PET Flake Standard).

Gráfico 26. Tipos de Hojuela PET Reciclada



Fuente: Sinea (2012)

Cuadro 5. Características de la hojuela “Flake” PET Standard

Tamaño de hojuela	Acorde requerimiento del cliente
PVC	0.02% Max
Humedad	1% Max
Punto de fusión	256 °F
Densidad	0.72 - 0.78 dl/gm.
Contenido de metales	0.05% Max

Fuente: EIS 2013
Elaboración propia

1.5.3. USOS Y APLICACIONES DEL PET RECICLADO

El RPET debe cumplir con algunas especificaciones que servirán para definir el uso del producto que se pretende fabricar. En general, se debe procurar obtener una materia prima segregada y libre de impurezas.

Entre la infinidad de productos que se elaboran a partir de PET reciclado, se pueden mencionar:

- Los domésticos: ropa, perchas, edredones, almohadas, mantas, peluches y alfombras.
- Los de limpieza y empaques de productos consumibles: cubiertas de jarrones, tendederos, escobas, botellas y empaques de comida (depende del país).
- Los utilitarios: reglas, relojes, lápices y plumas.
- Los deportivos: balones, zapatillas, asientos de estadios, camisetas, redes de portería y grass sintético.
- Los de construcción e industria: tanques de agua, tuberías, conexiones, grifos, láminas para techos, piscinas, acabados, bancos, lavabos, pinturas, barnices, alfombrados, tapizados, parachoques, partes de automóvil, tarjetas de dirección, tableros, señales, asientos, films de PET, cuerdas y hasta celulares.

1.6. INTRODUCCIÓN AL REVERSE VENDING

Las nuevas tecnologías del reciclaje PET pueden ir desde mejoras tecnológicas en la cadena de suministro hasta la misma producción del envase PET para mejorar la reciclabilidad.

Mejorar la reciclabilidad del producto tampoco debería entenderse como pérdidas en la calidad del producto, sino que debe entenderse como la reducción general de los impactos ambientales del total de la oferta de productos. Para ello se propone usar materiales de diferentes densidades para facilitar la separación de los materiales incompatibles durante el proceso mecánico de fragmentado y triturado, donde se podrán filtrar impurezas como metales, residuos extraños y orgánicos, así como en la etapa posterior de lavado con agua. Debe evitarse el uso combinado de distintos tipos de plásticos con densidades similares, así como también los aditivos que modifiquen su densidad.

Por el lado de la cadena de suministro, el problema como se ha podido presentar a lo largo del trabajo es la recolección y separación del PET usado. Para ello se han desarrollado diversas

maquinarias que facilitan la labor de separar los residuos, sin embargo, todas poseen un margen de error que se traduce en pérdidas operativas. Ante estos problemas, la cadena de suministro ha planteado la solución desde el inicio de la cadena, en otras palabras, desde el abastecimiento. Con miras en un abastecimiento eficiente se han construido máquinas recicladoras con la tecnología de reverse vending.

Las máquinas de Reverse Vending (*Reverse Vending Machines*) son aparatos que realizan la función de recolectar las botellas de plástico en puntos estacionarios de forma automática y eficiente, con el principio básico de operar como una "máquina expendedora" a la inversa. El sistema ya tiene más de 40 años de operatividad en mercados desarrollados, donde ha tenido éxito para los consumidores, negocios y sobre todo para el medio ambiente. Generalmente se otorga un beneficio (desde cupones hasta dinero) al usuario que recicla las botellas, sin embargo, hay países como España, donde no se bonifica al usuario, ya que las ganancias van a las arcas del estado. Esta nueva tecnología maximiza el valor del material al mantenerlo en las condiciones iniciales y segregarlo automáticamente al ser depositado; mantiene separados los restos que no agregan valor al producto final y reduce los requerimientos de transporte y combustible ya que se retiran los residuos prensados con la forma apropiada para aprovechar al máximo la capacidad de los contenedores y reducir costos de transporte. Referente al usuario, el RV hace más fácil el reciclaje ubicándose en lugares estratégicos de fácil accesibilidad, es rápido y limpio con una retribución en relación al número de botellas.

Gráfico 27. Usuario utilizando máquina de RV

El RV ofrece soluciones tangibles para reducir costos operativos y de planeamiento en los programas de segregación de materiales reciclables, disminuye labores manuales, reduce espacios de acopio, facilita el manejo de los residuos al reducir los volúmenes finales hasta un 8% y 3% del volumen original



Fuente: Tomra 2012

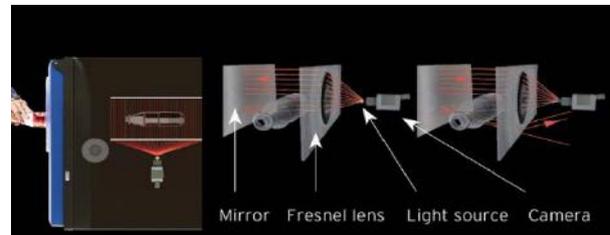
(con sistemas de triturado acoplados) y automatiza la cadena en su punto más crítico, los márgenes de ganancia fluctúan entre el 70 hasta casi el 100% del precio de venta (Tomra 2012) mientras que el promedio nacional varía entre 20% y 40% del precio de venta del producto. Las principales marcas de las máquinas de *reverse vending* son Tomra de Noruega, Wincor Nixdorf de Alemania y Envipco de Estados Unidos.

Funcionamiento de la Máquina de Reverse Vending

La máquina cuenta con cámaras multilaterales, espejos, un centro de procesamiento, un motor, un triturador de 4 hojas, una turbina de viento y una bobina electromagnética para convertir el movimiento en electricidad (Ver Gráfico 28).

Gráfico 28. Sistema de reconocimiento de botella

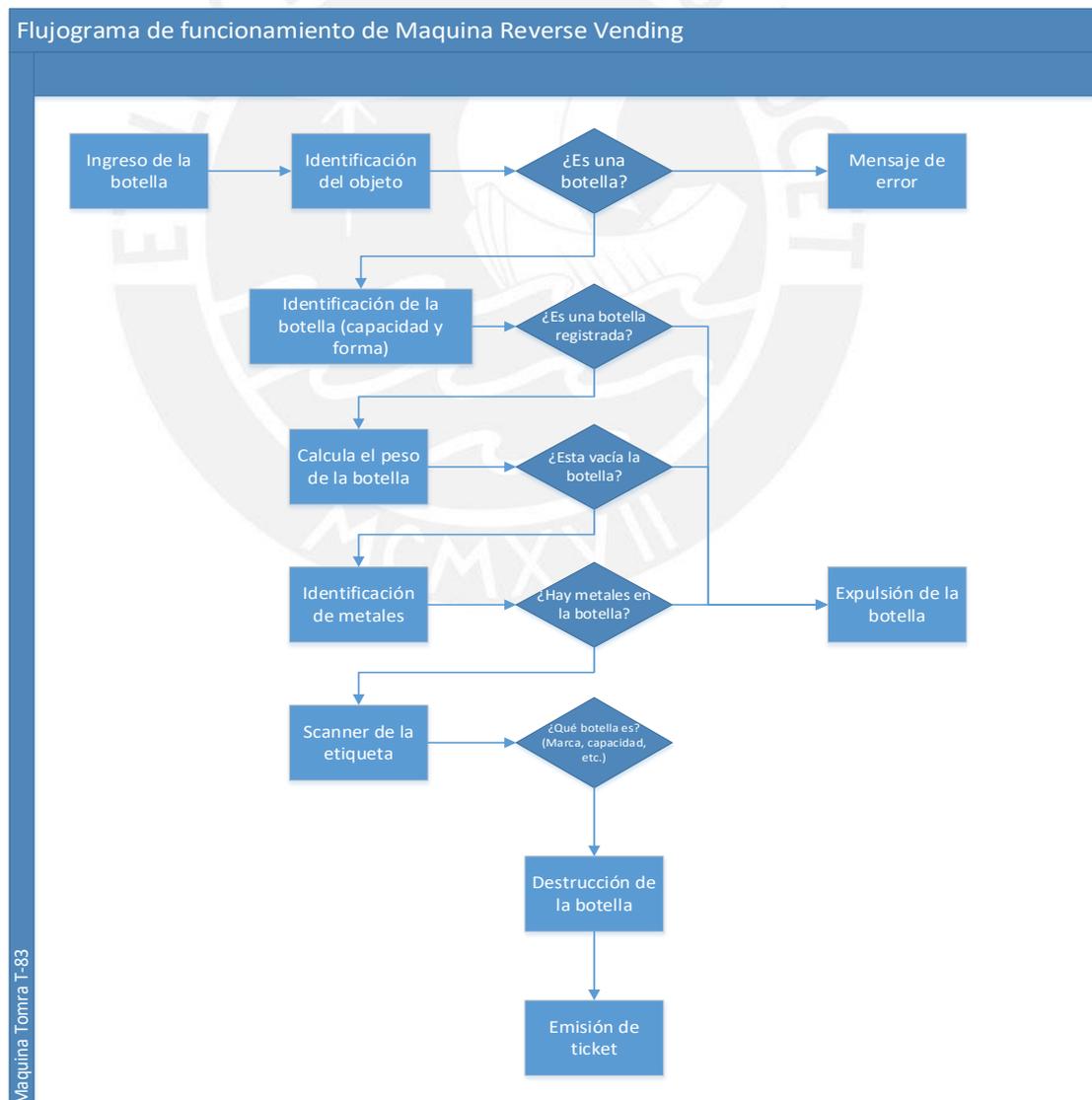
Los mecanismos de la máquina de RV, se enfocan en detección de fraudes, separación, compresión, trituración de la botella y almacenamiento seguro y flexible.



Fuente: Tomra 2012

En el Gráfico 29 se puede ver el flujo que sigue el producto dentro de las máquinas. El detalle completo del proceso se encuentra en el Anexo 12.

Gráfico 29. Flujograma de Máquina de Reverse Vending



Fuente: Discovery Science Channel 2010.

Elaboración propia

CAPITULO 2. ESTUDIO DE MERCADO

2.1. MACROENTORNO

2.1.1. ENTORNO DEMOGRÁFICO

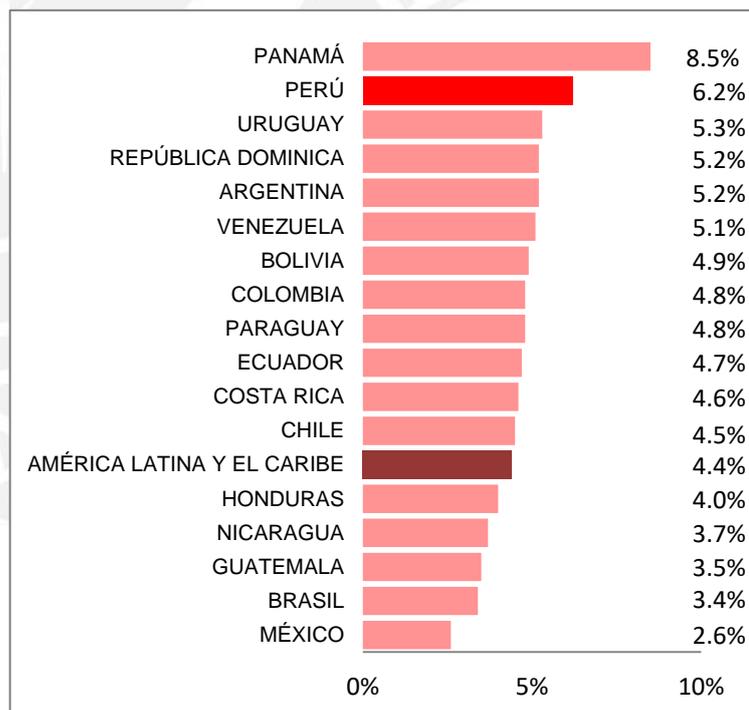
El factor demográfico es importante para la empresa; ya que, al destinar los servicios a las zonas de mayor población, es necesario conocer el número de potenciales clientes. Además, permite proyectar el crecimiento del mercado en relación al número de personas que en un futuro cercano se integrarán al público objetivo.

En Latinoamérica, el Perú lidera el crecimiento de la región (ver gráfico 30). En los últimos 10 años, mantiene tasas anuales de expansión superiores al 6% en promedio, mientras que los países de América Latina y el Caribe mostraron un crecimiento promedio anual de 4.4 % (IADB 2015).

Gráfico 30. Crecimiento promedio anual 10Y - 2015

La economía peruana ha aprovechado las buenas condiciones internacionales de los últimos años para crecer sobre la base de políticas macroeconómicas sólidas, que son reconocidas a nivel internacional.

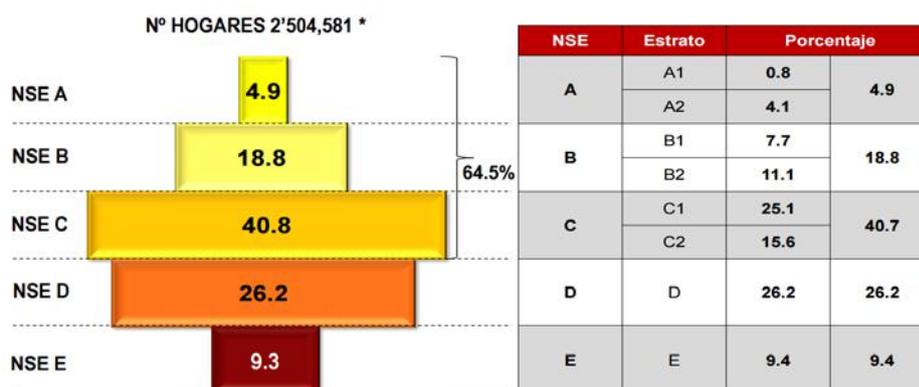
Una de las más recientes muestras de este éxito es la distinción de Julio Velarde como mejor banquero central del mundo en el 2014.



Fuente: IADB
Elaboración propia

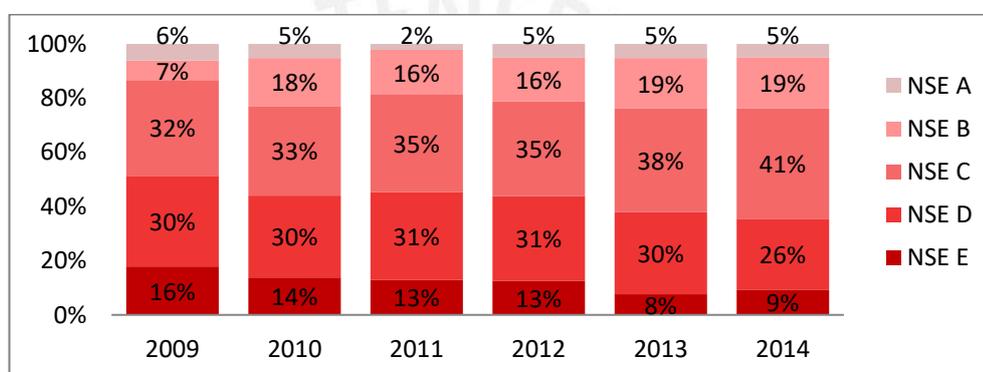
Como se muestra en el Gráfico 31 y 32, los sectores con la mayor población son los sectores B, C y D con 18,8%, 40.7% y 26.2% respectivamente, es por ello que la empresa apunta inicialmente a distritos con mayor población de estos sectores. Así también, se está viviendo una lenta mejoría en el nivel socioeconómico en todos los sectores es por ello que, en los futuros años, el sector B aumentará de manera desproporcional a los demás, por lo que posteriormente se pensará en este grupo a futuro añadiéndolo al público objetivo.

Gráfico 31. Niveles Socioeconómicos de Lima Metropolitana 2014



Fuente: APEIM 2014
Elaboración propia

Gráfico 32. Niveles Socioeconómicos de Lima Metropolitana 2014



Fuente: APEIM 2014
Elaboración propia

Asimismo, se quiere transmitir un efecto ecológico en la sociedad, para lo cual se tomará en cuenta el índice de edades. Se quiere imbuir en los niños y jóvenes una cultura de reciclaje, ya que si esta se inculca desde pequeños se obtendrá mayores beneficios a largo plazo.

2.1.2. ENTORNO ECONÓMICO

Revisando de forma general algunos indicadores económicos se tiene lo siguiente:

Cuadro 6. Indicadores macroeconómicos

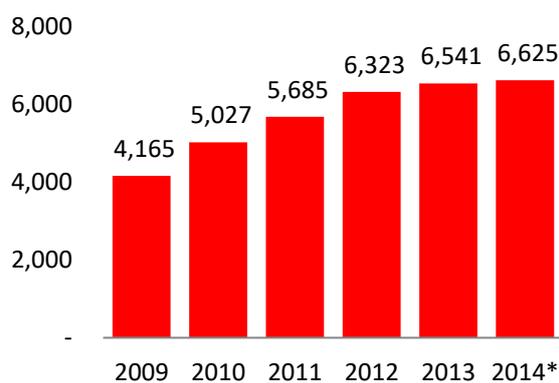
PRINCIPALES INDICADORES MACROECONÓMICOS				
PRODUCCIÓN	2011	2012	2013	2014
Producto Bruto Interno (Miles de millones de PEN)	479	519	562	609
Producto Bruto Interno (Variación porcentual real)	6,5	6,0	6,0	6,0
Demanda Interna (Variación porcentual real)	7,8	6,2	6,0	6,0
VAB no primario (Variación porcentual real)	7,0	6,3	6,1	6,0
Inversión bruta fija (Porcentaje del PBI)	25,5	26,5	27,3	28,1
Inversión privada (Porcentaje del PBI)	19,9	20,6	21,2	21,8

PRINCIPALES INDICADORES MACROECONÓMICOS				
PRODUCCIÓN	2011	2012	2013	2014
SECTOR EXTERNO				
Cuenta Corriente (Porcentaje del PBI)	-2,5	-3,3	-3,5	-3,5
Exportaciones (Millones de US dólares)	44.005	46.335	49.994	54.252
Importaciones (Millones de US dólares)	-36.902	-40.945	-45.524	-50.785

Fuente: INEI, BCRP, MEF
Elaboración propia

Gráfico 33. Evolución del PBI per cápita (USD)

La economía peruana registró un crecimiento de 2.4% en el 2014. La actividad económica se vio afectada por el menor ritmo de la producción y de la inversión, la reducción del gasto público y algunos factores transitorios, entre ellos, una menor ley de los minerales extraídos y efectos climáticos. Estos últimos afectaron de forma considerable a la producción primaria que cayó 2.1%. Con la normalización de los efectos climáticos adversos, se espera este año una recuperación sólida del crecimiento del país, que lo hará mantener el liderazgo en la región.

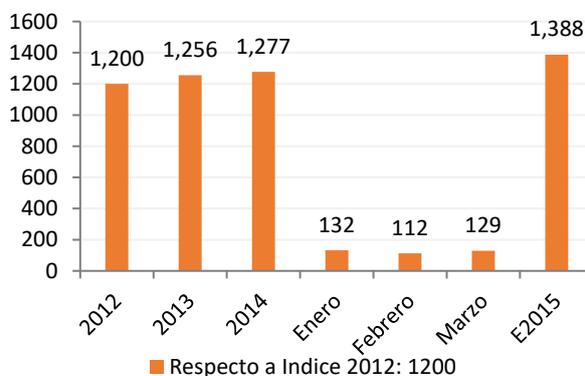


Fuente: INEI
Elaboración propia

La planificada recuperación de la demanda interna (4.7% al cierre del 2015), el incremento de las exportaciones (3.4%), el crecimiento de la inversión pública y la caída del precio del petróleo ayudarán a mejorar el crecimiento del país durante el año en curso.

Gráfico 34. Evolución de la manufactura de bebidas no alcohólicas

Los índices mostrados indican que ha habido un crecimiento sostenido de la economía peruana en los últimos años, la frecuencia con la que la población que acude a los supermercados y estaciones de servicio continuará aumentando; también muy probablemente el consumo de bebidas con empaques de PET siga en aumento como se puede observar en el Gráfico



Fuente: PRODUCE
Elaboración propia

34 y el Cuadro 7, esta información será necesaria para el pronóstico de la demanda proyectada.

Cuadro 7. Consumo promedio per cápita anual de bebidas (Lt/persona)

Principales tipos de bebida	Total	Lima	Resto País	Área		Región Natural		
				Urbana	Rural	Costa	Sierra	Selva
Agua Mineral (Litro)	4.9	8.2	3.4	6.1	0.7	6.6	2.1	4.7
Gaseosa (Litro)	27.3	33.3	24.7	30.0	18.2	30.6	22.9	24.8
Néctar (Litro)	2.4	3.5	1.9	2.8	0.9	3.3	1.2	1.2
Refresco fluido (Litro)	2.8	5.2	1.8	3.4	0.9	3.9	1.5	1.5

Fuente: Ministerio de Producción 2010
Elaboración propia

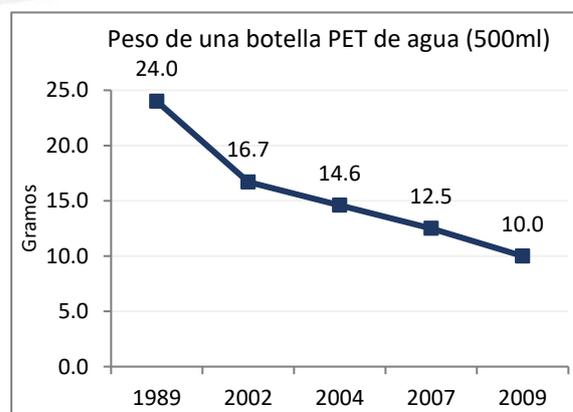
2.1.3. ENTORNO TECNOLÓGICO

La tecnología está revolucionando la industria, es importante tener en cuenta el desarrollo tecnológico de los envases y los métodos de recolección, haciendo énfasis en:

- Instalar máquinas que sean atractivas al consumidor, que incentiven el servicio del reciclaje.
- Utilizar pantallas LED en las máquinas que presenten una opción nueva y atractiva para la publicidad de las distintas marcas con las que se trabaje.
- El uso de E-MARKETING, que es la utilización de Internet para el marketing directo del servicio, debido a que el porcentaje de utilización de internet en el país se incrementado considerablemente.

Gráfico 35. Evolución de las botellas PET

- Utilizar el dinero electrónico como alternativa altamente eficiente para pagarles a los usuarios del sistema.
- La continua reducción de la cantidad de PET utilizado en las botellas. Solo en los últimos 20 años, el peso de una botella de un producto no gasificado se ha reducido casi en un 45% (Ver Gráfico 35).



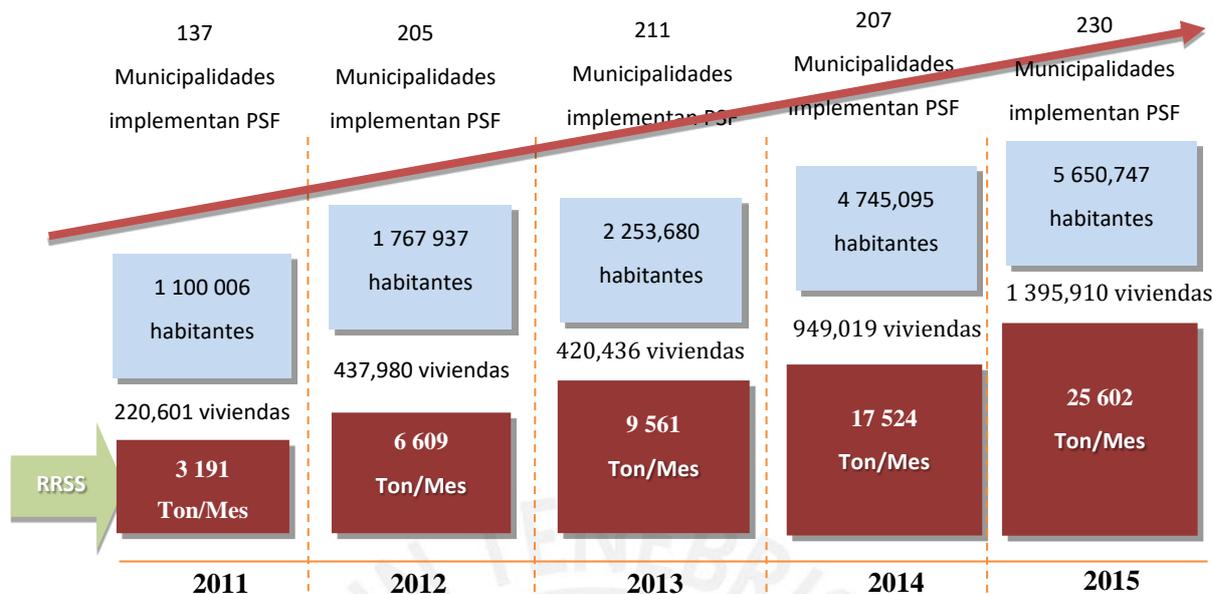
Fuente: England 2011
Elaboración propia

2.1.4. ENTORNO POLÍTICO Y LEGAL

Es menester señalar que los esfuerzos municipales, sobre todo en Lima, de la última gestión 2011 - 2014, fue la más activa en realizar programas de reciclaje en la historia del Perú. Se ha logrado implementar programas de segregación de basura en casi el 90% de los distritos de Lima (ver Gráfico 36), siendo Santiago de Surco el que marca la pauta con su programa de recolección a domicilio y su nueva planta de 60 Ton-día de capacidad. A continuación, se muestran los últimos esfuerzos políticos por fomentar el reciclaje en el país (Ruiz, 2015). Así mismo, el reglamento de la utilización del Dinero Electrónico y su adecuación al proyecto pueden ser consultados en el Anexo 13.

- En 1999, se reconoce a la primera Asociación de Recicladores del Perú "ATIARRES" con 800 miembros en Lima Metropolitana.
- En el 2000, se promulga la Ley N 27314, Ley General de Residuos Sólidos
- En el 2004, se promulga el D.S. 057-2004/PCM, Reglamento de la Ley N 27314 de la Ley General de Residuos Sólidos.
- En el 2006, la Municipalidad Provincial de Coronel Portilla firma el primer contrato con una empresa de reciclaje para la recolección selectiva de RRSS.
- En el 2008, se aprueba el D.S. N 1065-2008; que modifica la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos.
- En el 2009, se aprueba la Ley N 29419, ley que regula la actividad de los recicladores en el Perú (siendo la primera de su género en el mundo).
- En el 2010, se constituye la Red Nacional de Recicladores del Perú - RENAREP
- El 2012, se publica el D.S. N 017-2012-ED que aprueba la Política Nacional de Educación Ambiental.
- En el 2014, se promulga el DS. 038-2014, que levanta los impedimentos para fabricar una botella a partir de otra botella "Bottle to Bottle" o "B-a-B". El Perú fue el último país de la región en aprobar esta medida.
- En el 2015, se promulga el D.S. 033-2015, que aprueba los procedimientos de cumplimiento de metas y asignación de recursos del plan de incentivos de la mejora de la gestión y modernización municipal, se designan 1,100 millones de soles para optimizar la segregación en fuente de los residuos sólidos. Para el 2015 se espera beneficiar a 5 millones de habitantes (Gráfico 36) a nivel nacional lo cual significaría 11 mil toneladas al mes de recolección.

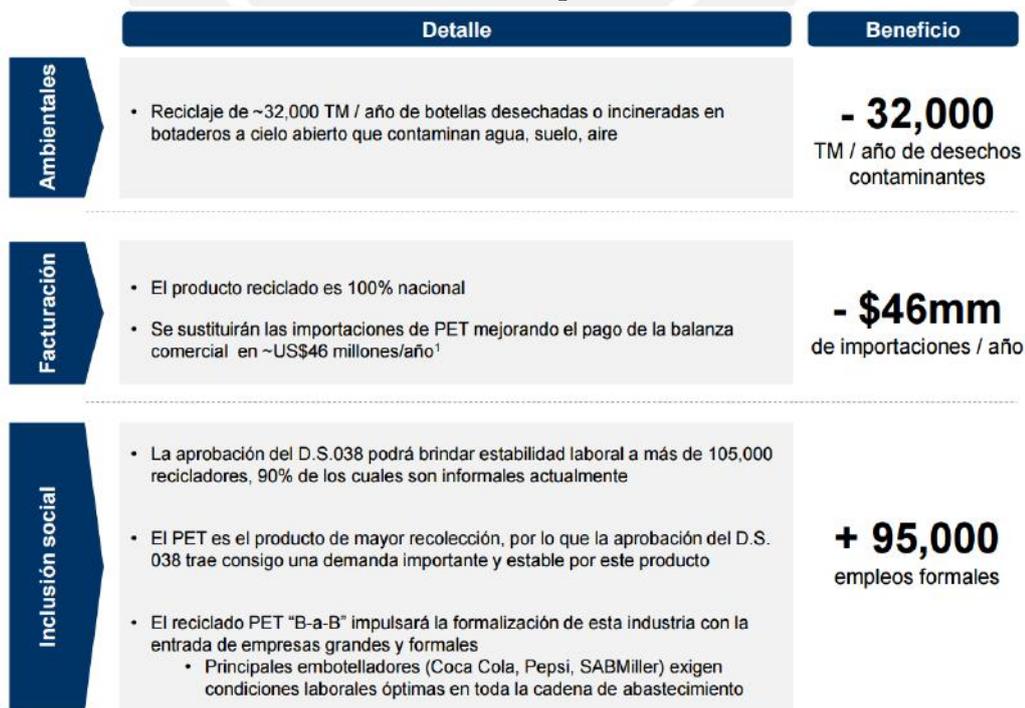
Gráfico 36. Resumen de beneficiados por el Programa de Segregación en Fuente



Fuente: BOLAÑOS 2015

A pesar de estos esfuerzos, aún queda mucho por hacer para lograr reciclar ese 40% de RRSS Reciclables que terminan en rellenos, vertederos o basurales. El proyecto debe de promover el desarrollo de factores políticos y legales (Ver Anexo 14). Actualmente, para poder comercializar directamente con empresas internacionales, solo es necesario contar con un registro de DIGESA y registrar la partida arancelaria del producto, sin embargo, dadas las nuevas leyes de "B a B" (Gráfico 37) es muy probable que el precio local sea suficientemente competitivo como para cubrir la oferta nacional en un avenir cercano.

Gráfico 37. Beneficios de la aprobación del "B-a-B"



Fuente: Gallo 2014

2.1.5. ENTORNO CULTURAL

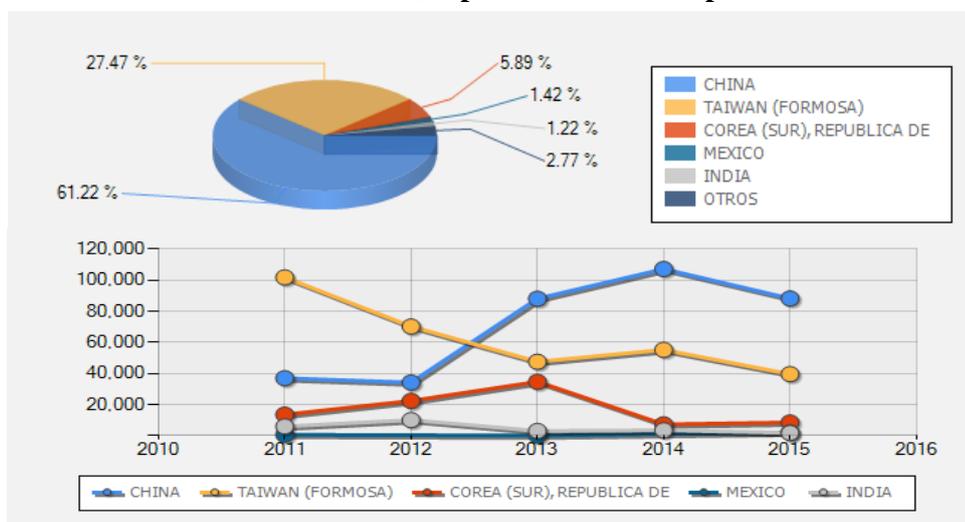
La poca cultura de reciclaje del peruano promedio es una de las principales trabas que se tiene que superar para la implementación del servicio de Reverse Vending. Hay que ser conscientes de que este proceso no se dará de la noche a la mañana, por lo que es necesario un cambio que impacte en la población y ayude a darle un giro a la situación. El gobierno ha hecho grandes avances implementando talleres macro regionales donde se capacitó a los representantes de las sociedades de reciclaje del país. Adicionalmente desde el 2011 se ha implementado el Plan de Incentivos que trabaja con 232 Municipalidades y ha logrado formalizar a 1778 recicladores en los 24 departamentos del país para el 2014. El 2009 se instauró la primera mesa nacional de reciclaje donde cada año se reúnen los agentes más importantes en la cadena del reciclaje para discutir las problemáticas actuales y exponer propuestas de mejora. Este es un hito importantísimo que dio paso a difundir la cultura de reciclaje de manera macro y a partir de ello se formó el Congreso Nacional de Recicladores. El Perú fue sede el IV Congreso Latinoamericano de Recicladores y se implementó el sistema de recolección selecto en 205 municipalidades del país (Ruiz 2015).

2.2. MICROENTORNO

2.2.1. DISTRIBUIDORES Y COMPRADORES

La empresa utilizará sus propios camiones para enviar los contenedores tanto a clientes locales como internacionales, en este último ámbito preferentemente a China quien lidera las importaciones de PET (Ver Gráfico 38). El mercado asiático es el principal destino de las exportaciones PET en la actualidad, el traslado en barco a destino será tercerizado e incluido en el flete. El producto tiene la categoría de *Commodity*, por lo que su precio siempre es fijado por la oferta y la demanda en los mercados internacionales lo cual deberá ser sensibilizado en el análisis económico del proyecto.

Gráfico 38. Principales destinos de exportaciones



Fuente: Adex Data Trade

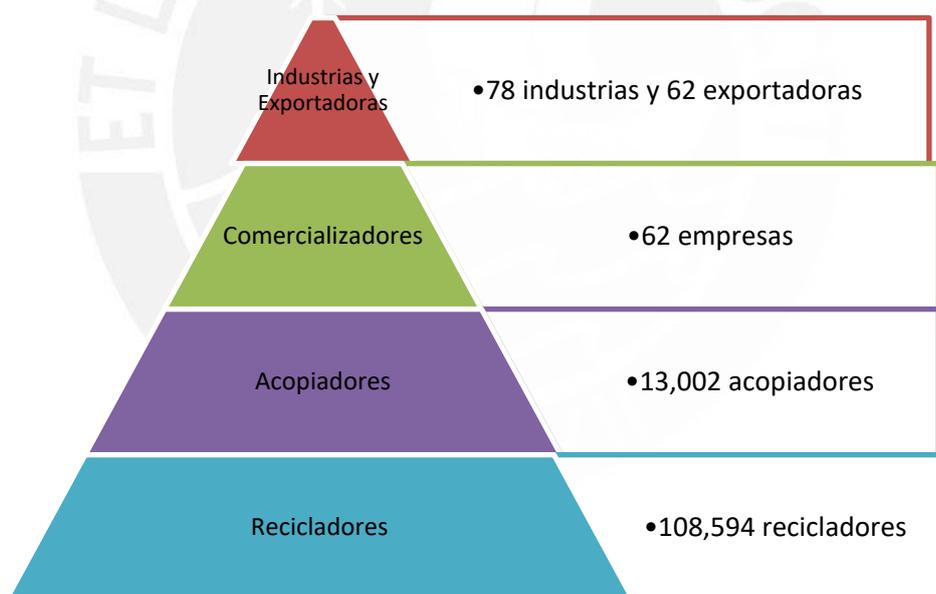
2.2.2. PROVEEDORES

La empresa se encargará de importar de Europa o Norteamérica las máquinas de RV que reciclan las botellas, ya que, dicha tecnología no existe en el Perú actualmente. Los posibles proveedores son: Tomra (Noruega), Envipco (USA) o Wincor Dixnorf (Alemania). Los insumos químicos para el procesado del material son abundantes en el mercado nacional. Ya se mencionó anteriormente que la adquisición de la materia prima (PET) está fijada por dos variables claves: el precio y la cercanía de los recolectores a la fuente o el cliente; variables en las que se focaliza el presente proyecto para tener éxito en el mercado.

2.2.3. COMPETIDORES

Actualmente en el país no existe ningún competidor que brinde el mismo servicio que la empresa plantea implementar. En el Gráfico 39, se puede observar la pirámide de los agentes recolectores, cabe resaltar que las municipalidades se encuentran dentro de las industrias.

Gráfico 39. Pirámide de los actores en la recolección de RRSS reciclables

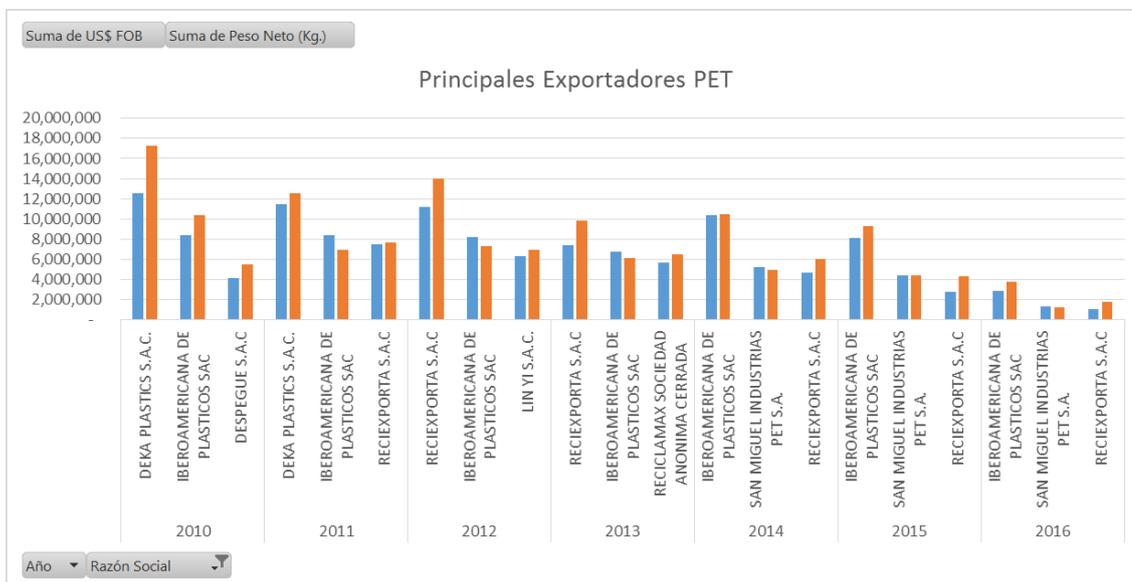


Fuente: Ruiz 2015
Elaboración propia

En el Perú, el mercado de recicladores de PET está siendo liderado por dos principales empresas quienes compran toda la producción de las más pequeñas y medianas empresas de reciclaje. Se trata de SINEA (Iberoamericana de plásticos S.A.C.) y San Miguel Industrias PET S.A.; ambas son transnacionales que se dedican a la fabricación y reciclaje de plásticos PET, entre otros giros de negocio. ISM se ha consolidado bastante en el mercado nacional, mientras que SINEA ha sufrido un crecimiento acelerado en la región, donde SMI recién está incursionando en este último decenio. En el Gráfico 40 y 41, se tiene el top 3 anual de las

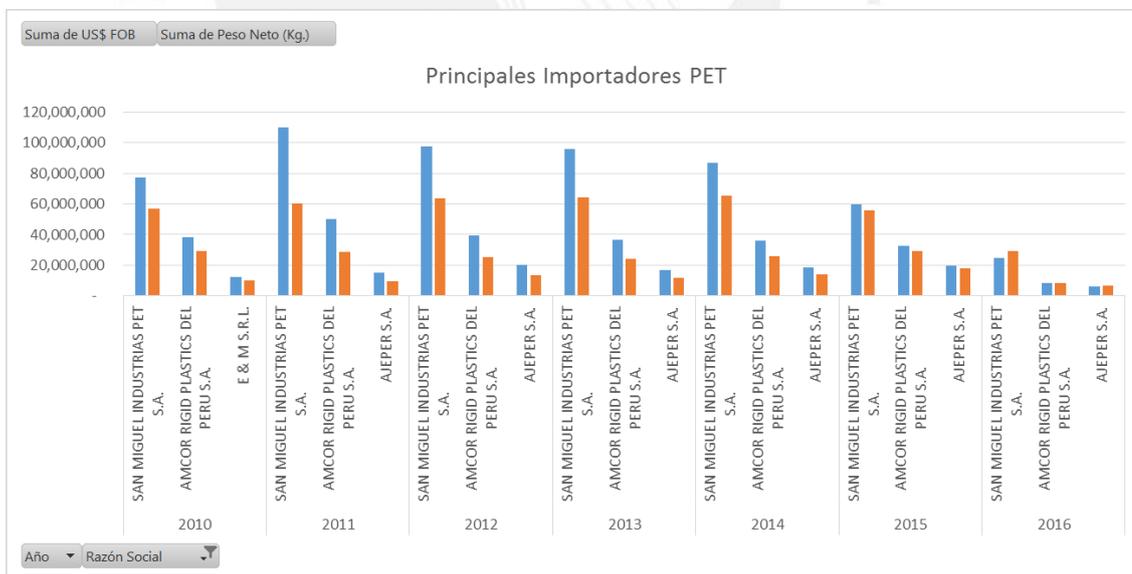
importaciones y exportaciones desde el 2010 al 2015. Si bien los actores han venido cambiando debido a las múltiples fusiones y adquisiciones del sector, se puede resaltar la participación de los dos principales competidores del sector.

Gráfico 40. Principales exportadores de PET Procesado 2010-2016



Fuente: ADEX Data Trade

Gráfico 41. Principales importadores de PET Flake 2010-2016



Fuente: ADEX Data Trade

En ambos gráficos se reducen dramáticamente los montos transados, debido a la caída del crudo en el mercado internacional que indirectamente disminuye el precio de sus derivados. En las exportaciones (Ver Gráfico 41) SINEA sigue liderando gracias a sus expansiones regionales, mientras que SMI se consolida como segundo mejor exportador de productos

terminados y como el principal importador de materia prima, esto gracias a su liderazgo en el mercado nacional donde rebasa ampliamente a todas las demás empresas por su alta cuota de mercado, cabe resaltar que actualmente está en un proceso de expansión. A continuación, se revisará más a detalle ambas empresas.

LOS PRINCIPALES COMPETIDORES



SAN MIGUEL INDUSTRIAS PET S.A.

Actualmente es parte del grupo Intercorp, y con 70 años de experiencia en el sector industrial, SMI tiene más del 70% de *Market Share* de la fabricación de bebidas en base a PET en el Perú. Asimismo, gracias a la nueva ley Bottle-2-Bottle y su nueva planta de USD 30 MM, tiene la posibilidad de fabricar nuevos envases en base a plásticos reciclables, siempre bajo la misma calidad. Recientemente SMI ha entrado a otros mercados y ha instalado nuevas plantas en países como Colombia, Ecuador, Panamá y El Salvador. Además, exporta a más de 10 países de la región. Empresas como Backus han sido las primeras en manufacturar con envases con resina PET reciclada. Actualmente la bebida gasificada Guaraná y el agua San Mateo se fabrican con un 25 % de PET reciclado (La República 2015).



Gráfico 42. Marca de botellas SMI
Elaboración propia



IBEROAMERICANA DE PLASTICOS S.A.C.

SINEA tuvo sus inicios en el 2004, bajo una visión de fabricar plásticos de buena calidad en el mercado peruano y después de múltiples fusiones y adquisiciones con otras compañías del sector, el 2011 se lanza oficialmente SINEA, empresa dedicada a la fabricación de tapas, sacos, cajas, pallets, *flakes*, láminas y termoformados en general en base a plásticos; tiene plantas en Argentina, Chile, Colombia y Perú. SINEA se ha concentrado en toda la cadena del reciclaje del PET y ha invertido muchísimo en implementar sus plantas con lo último de la tecnología actual. A pesa de ello, la reciente adquisición de la planta de botellas de ISM, lo ha relegado un poco dentro del mercado nacional. Sin embargo, sigue siendo el principal exportador de resina en el país.



Gráfico 43. Principales productos de SINEA
Fuente: SINEA (2015)

Si bien es cierto que NovaPET debe competir con ambas empresas, ya que se encuentran consolidadas en toda la cadena de suministro, la idea es explorar en los puntos que aún se encuentran en etapa de desarrollo para ambas empresas. ISM es el líder en fabricación de botellas PET en el mercado nacional, SINEA es el líder de exportación de productos plásticos y NovaPET debe consolidarse como la mejor empresa acopiadora y recolectora de dichos envases, para luego desarrollarse en toda la cadena (Ver Gráfico 44).

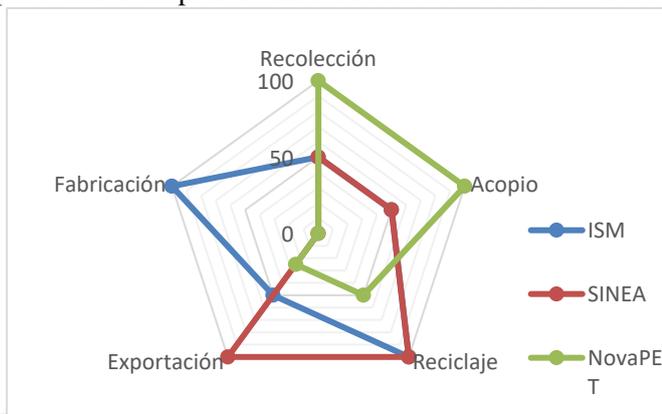


Gráfico 44. Análisis de competencias y competidores

Elaboración propia

2.2.4. SUSTITUTOS

El principal producto sustituto de PET reciclado, es su raíz generadora, la resina de PET virgen, además de otro tipo de materiales utilizados para el envase y fabricación de productos similares (otros plásticos, vidrio, aluminio, tetra pack, cartón, papel y otros mostrados en el Gráfico 45).

Sin embargo, el PET reciclado tiene la ventaja de poseer características muy parecidas (en algunos casos hasta mejores) que la resina de PET Virgen a un precio mucho más bajo, además de la enorme diferencia en el costo ambiental que significa reciclar las botellas que producirlas desde cero.



Gráfico 45. Envases ligeros tradicionales

Fuente: Shale 2015

2.2.5. AMENSA DE INGRESO DE NUEVOS COMPETIDORES

El sector se encuentra en un declive importante debido a la caída de las principales economías consumidoras del producto, así como también por los mínimos históricos a los cuales está llegando el petróleo. Actualmente en la industria, se están haciendo a un lado gran parte de las empresas que no tenían una estructura de costos adecuada para hacerle frente a estas adversidades. Por lo que, el ingreso de nuevos competidores debe estar acompañado de innovación para reducir costos y agrandar los márgenes de operación. Dicha propuesta es el pilar de la estrategia de NovaPET para dominar el mercado.

2.3. LA EMPRESA

Gráfico 46. Logotipo "NovaPET"

El alcance inicial de la empresa será en Lima mediante un proyecto beta de mediando alcance ubicado en emplazamientos estratégicos para priorizar la accesibilidad de los clientes al servicio. Se plantea registrar la empresa "NovaPET" en registros públicos como Sociedad Anónima y ponerla en funcionamiento bajo el slogan: "Piensa Verde", a su vez se utilizará el color verde y gris en toda la línea de promoción como colores representativos de la marca.



Elaboración propia.

2.3.1. MISIÓN

Brindar una nueva alternativa de reciclaje que motive y cree una cultura de "Reuso" en las personas, con la ayuda de incentivos económicos y ambientales.

2.3.2. VISIÓN

Ser la empresa líder del mercado en acopio y recolección al quinto año de operación, que mediante nuevas tecnologías logre difundir responsabilidad ambiental, una cultura de reciclaje y sostenibilidad.

2.3.3. ANÁLISIS FODA

Cuadro 8. Matriz FODA

MATRIZ FODA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	Optimización de la mezcla: cercanía al cliente y precio justo.	Dependencia al socio estratégico para localización de emplazamiento
	Concentración en el eslabón más crítico de la SC: Recolección.	Alto nivel de costos fijos e inversión en activo fijo tangible.
	Énfasis en los beneficios eco ambientales del servicio.	Poca inversión en promoción y publicidad del servicio.
	Servicio aséptico, ordenado y accesible a una mayor porción de la población.	Alto nivel de riesgo de no lograr introducir un nuevo servicio al mercado de manera eficiente.
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS DO
Consumo ascendente de bebidas envasadas en PET.	1.- Definir un buen sistema de selección de emplazamientos. 2.- Construir un plan de integración con el cliente, que permita utilizar las nuevas tecnologías de manera eficiente y amigable. 3.- Crear alianzas con los principales recicladores de la cadena.	4.- Crear <i>joint-ventures</i> con el socio estratégico, en pagos variables inicialmente y fijos en el horizonte del proyecto. 5.- Invertir en E-Marketing apuntando al sector generacional más amplio de la población.
Promulgación de la ley B2B, explosión de la demanda interna.		
Posibilidad de consolidación en toda la cadena de suministro del PET.		
Utilización de nuevas tecnologías.		

AMENAZAS	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
Caída constante del precio del crudo (WTI).	6.- Siempre apostar por el cambio y la innovación en procesos 7.- Apuntar a una constante reducción de costos variables y diferenciación con los competidores clásicos. 8.- Utilizar derivados financieros para coberturar riesgo de TC y <i>Commodities</i> .	9.- Planificar a largo plazo la consolidación en toda la cadena de suministro (desde la recolección hasta la venta de Producto Terminado). 10.- Planificar expansiones nacionales y continentales a partir del año 5.
Envase PET cada vez más delgado y compacto.		
Competidores sólidos con capacidad de reacción muy alta.		
Apreciación del Sol Peruano respecto al USD.		

Elaboración propia

De acuerdo al análisis del macro y micro entorno, a la visión y misión, al análisis FODA y las estrategias planteadas, la estrategia genérica será la de Diferenciación. La cual estará denotada por el precio ofrecido y la cercanía de los recolectores a la fuente de generación

2.3.4. PLAN ESTRATÉGICO

NovaPET S.A. tendrá una única línea de negocio, basada en la venta de PET en forma de hojuela de alta calidad, a nivel local e internacional, y se diferenciará de sus competidores por sus innovaciones tecnológicas en el punto más crítico de la cadena: la Recolección. Esta estará compuesta de dos sistemas que ya han sido mencionados en el Marco Teórico del presente trabajo de investigación, pero serán más detallados a continuación:

- **Recolección mediante Reverse Vending**

Se planea colocar máquinas de *reverse vending* en lugares de alto tránsito y con bastante accesibilidad al público. Las máquinas serán ubicadas en coordinación y alianza con el dueño del local o establecimiento para reducir y hasta eliminar costos directos de renta de espacios. Por ello, se fijarán acuerdos de renta variable con el dueño del emplazamiento, acorde al nivel de ingresos y además de descuentos por marketing y promoción de productos en los recubrimientos de las máquinas, transportes, pantallas interactivas y mediante el E-Marketing que desarrolle la empresa (redes sociales, aplicaciones en móviles, etc.). Finalmente, la alianza estratégica con el local también tiene como propósito el canje de los tickets que emitirá la máquina en caso que no sean canjeados por dinero electrónico o en descuentos para las empresas con las que se mantengan convenios. El *ticket* se expedirá con un número redondo de puntos (los que en adelante serán indicados como PuntosPET o "Pts"), los cuales tendrán una equivalencia establecida acorde al precio de mercado fijado para el periodo en el que se realice la operación.

- **Recolección mediante AcoPET**

La recolección en puntos de baja afluencia comercial, pero con alta accesibilidad para mercados potenciales⁶ donde existe una cuota alta de consumo y desecho de material PET, básicamente se utilizará el método de Recolección Mecánica (ver Marco Teórico). La máquina compactadora de botellas PET, en adelante AcoPET, se ubicarán en lugares estratégicos que se analizarán en el Capítulo 5. El objetivo de esta línea, es introducir a la empresa en mercados emergentes para posteriormente, con la expansión del negocio, se logre colocar máquinas de *Reverse Vending* en zonas aledañas. En otras palabras, es una forma de ingresar a estos mercados de forma progresiva, primero con los AcoPET de forma temporal y después de un tiempo, lograr consolidar y establecer en el mercado las máquinas de *Reverse Vending*. Paralelamente se continuará introduciendo el servicio en otros mercados a través del AcoPET en un proceso de expansión cíclico. Cabe resaltar que estos sistemas son 100% mecánicos y por la naturaleza de la estación, los beneficios económicos correspondientes a la recolección de PET, en un primer momento, serán destinados en su integridad a las tesoreros de las urbanizaciones, gremios o municipalidades correspondientes a la zona de implementación; esto debido que a que la estrategia de NovaPET es optimizar el proceso y disminuir costos de personal y logística para lograr márgenes más atractivos y así, ofrecer un precio competitivo al mercado por las botellas. Por ejemplo, el pago correspondiente por las botellas recicladas será entregado en forma de PuntosPET a la Municipalidad del distrito (en el caso más general), para darles libertad de canjearlos como les parezca conveniente, probablemente esto conlleve a la firma de acuerdos para destinar los beneficios a los ciudadanos del distrito mediante inversión pública directa. Hay que enfatizar que la ubicación del AcoPET es flexible y se planea ubicarlos en empresas y centros educativos de alta generación de residuos sólidos como estrategia complementaria, redirigiendo los beneficios a la empresa o centro educativo donde estén emplazados; se seguiría el método de *Screening* ya antes señalado en el Marco Teórico.

Habiendo expuestos los dos pilares en los que se concentrará la estrategia del negocio, se debe hacer un hincapié en la importancia de los PuntosPET (“Pts”).

Los Pts tendrán un valor establecido debidamente publicado en todos los medios electrónicos, así como en los puntos de recolección. Esto debido a que el precio del PET es bastante fluctuante en el tiempo y para optimizar el flujo de información entre el mercado y los

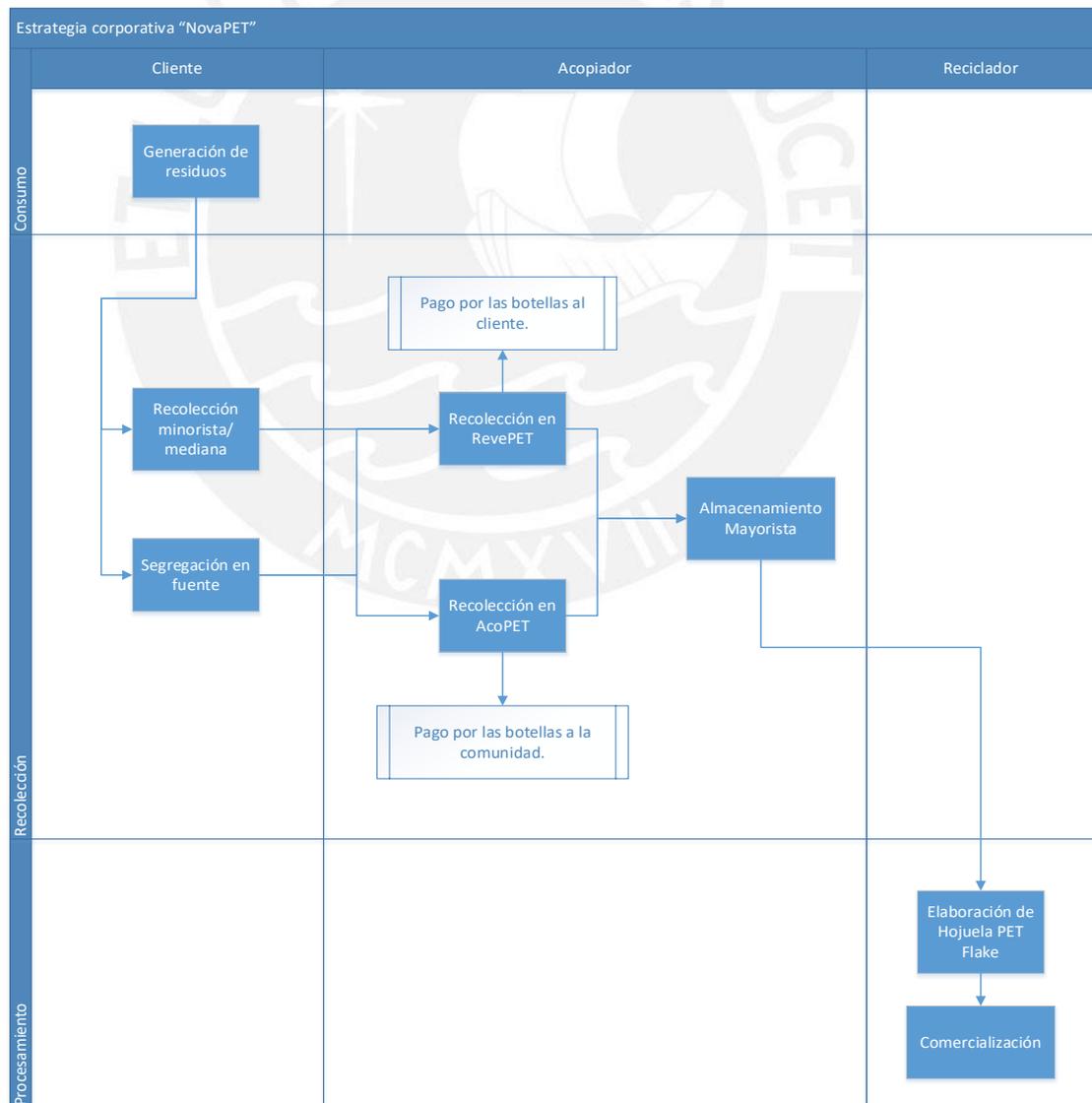
⁶ Zonas urbanas de distritos que se componen en su mayoría de familias de NSE C y D, también emplazamientos cercanos a empresas o centros educativos de gran envergadura.

interesados, se debe de utilizar medios informáticos. Como ya se mencionó estos puntos PET podrán ser canjeados por:

- Dinero electrónico, a través del portal web de NovaPET S.A.
- Dinero al cash, a través de la alianza estratégica con el propietario del lugar.
- Descuentos exclusivos con las empresas patrocinadoras o el socio estratégico local (donde podrá gastar el dinero en compra de productos).

Finalmente, los objetivos iniciales de cuota de mercado están fijados en captar entre el 3 % y 5% de la oferta total de residuos PET, lo cual representa un aproximado de 5.05 Tn. diarias el primer año y mantener un crecimiento progresivo; esto será llanamente explicado en los capítulos 4 y 5 del presente trabajo. En el Gráfico 47 se muestra el resumen de la estrategia.

Gráfico 47. Estrategia corporativa como Acopiador y Reciclador



Elaboración Propia

2.3.5. OBJETIVOS

- Lanzar de manera exitosa y rentable el servicio de máquinas automatizadas de reciclaje (*Reverse Vending*) al mercado peruano.
- Fomentar la sensibilización medioambiental por medio de un sistema de reciclaje innovador que les genere beneficio económico a los clientes.
- Lograr diferenciar el servicio de la competencia mediante innovadores métodos de recolección, bajos costos logísticos y optimización de la cadena; siempre primando la conservación del medio ambiente.
- Lograr permanencia en el mercado al primer año y captar más cuota de ahí en adelante de forma sostenida, expandiendo la red de suministro en Lima y posteriormente a provincias y finalmente en la región.
- Promover el desarrollo de la industria petroquímica en el país para brindar nuevas alternativas de reducción de costos para la obtención de productos terminados con la utilización de materiales reciclados.
- Lograr que los residuos reciclables no terminen en los vertederos y alcanzar la meta de reciclar más del 40% de los desechos reutilizables a nivel país, convirtiéndonos en líderes en Latinoamérica.
- Lograr una captación del mercado de 5.05 Ton diarias el primer año y llegar a las 17.25 Ton diarias el año 6, con un crecimiento del 20% anual.

2.4. SEGMENTACION DEL MERCADO

Lima Metropolitana está conformada por 9'904,727 habitantes y se encuentra dividida en 6 regiones (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015), ver Anexo 15:

- **El Cercado de Lima**, que comprende los distritos de: Breña, La Victoria, Lima, Lince, Rímac y San Luis.
- **La Zona Residencial y Comercial**, que comprende los distritos de: Barranco, Jesús María, La Molina, Magdalena del Mar, Miraflores, Pueblo Libre, San Borja, San Isidro, San Miguel, Santiago de Surco y Surquillo.
- **El Cono Este**, que comprende los distritos de: Ate, Chaclacayo, Cieneguilla, El Agustino, Lurigancho-Chosica, San Juan de Lurigancho y Santa Anita.
- **El Cono Norte**, que comprende los distritos de: Ancón, Carabayllo, Comas, Independencia, Los Olivos, Puente Piedra, San Martín de Porres y Santa Rosa.

- **El Cono Sur**, que comprende los distritos de: Chorrillos, Lurín, Pachacámac, Pucusana, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo, San Juan de Miraflores, Santa María del Mar, Villa el Salvador y Villa María del Triunfo.
- **El Callao**, que comprende los distritos de: Ventanilla, Callao, Carmen de la Legua, Bellavista, la Perla y la Punta.

Entonces, en base a las variables demográficas, sociales, económicas, culturales y políticas analizadas en el macro entorno, se diseña un plan de investigación para definir cuáles son las preferencias del mercado objetivo. Sin bien es cierto, que el servicio es accesible para cualquier individuo indiferentemente de sus características sociodemográficas, es necesario realizar una investigación para afinar las características del servicio a brindar.

CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIABLES A ANALIZAR

Los puntos que se desea obtener y analizar a través de una encuesta son:

- Población que acude a supermercados y estaciones de servicio, además de su asistencia en los últimos años.
- Características económicas y estilo de vida de los consumidores que pertenezcan a los sectores C y D.
- Nivel de conocimiento de las personas acerca del reciclaje, si lo practican, si les parece importante y, en caso de no realizarlo, por qué no lo hacen.
- Realizar una aproximación del rango de edades del público objetivo.
- Qué conocimiento tiene sobre el uso de las tarjetas acumulables de puntos, si las usan, y que productos les gustaría canjear.
- Qué tan dispuestas están las personas a reciclar a cambio de un incentivo.

Para poder analizar las variables mencionadas, se realizará un formato único de encuesta con preguntas cerradas (con alternativas para marcar) y preguntas abiertas (donde responderá con sus propias palabras). Para obtener mayor detalle de la encuesta, se pueden revisar los siguientes anexos:

- Anexo 16: Diseño del proceso de Información primaria, donde se encuentra el objetivo, el alcance y demás detalles de la encuesta a realizar.
- Anexo 17: Cálculo del tamaño de muestra de la encuesta, donde se obtiene un tamaño de muestra de 400 personas en Lima Metropolitana con 95% de confianza.

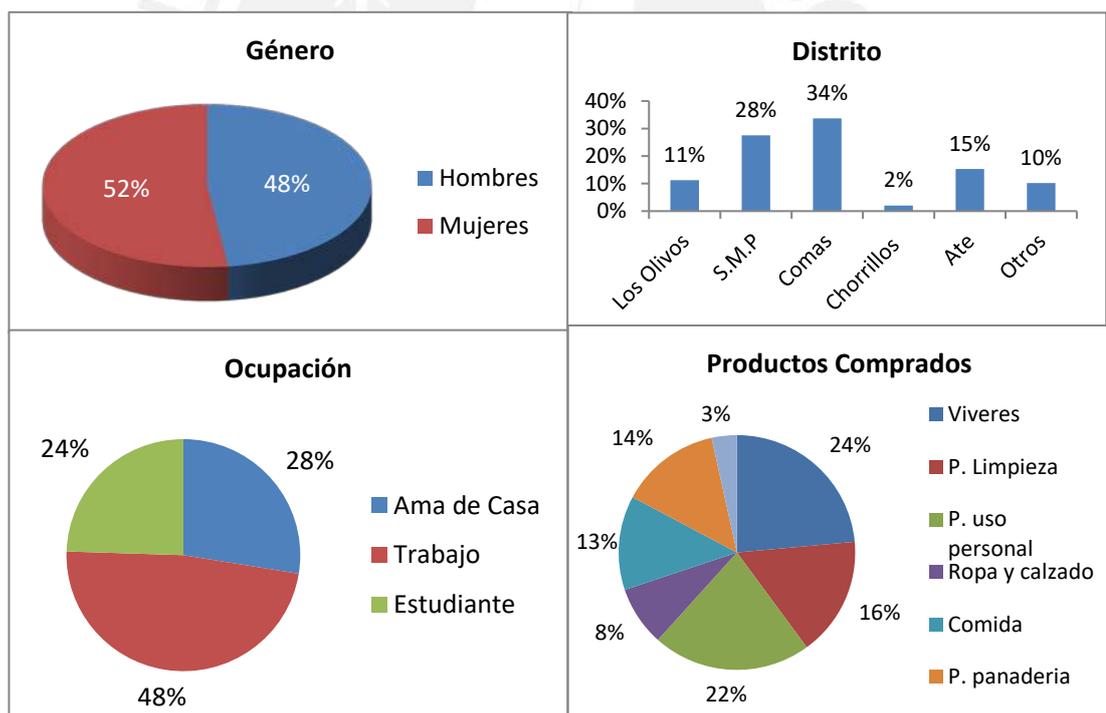
- Anexo 18: Modelo de la encuesta, la cual consta de 17 preguntas entre abiertas y cerradas.
- Del Anexo 19 al 21 Ficha Técnica de la encuesta y resultados generales de la encuesta, análisis de resultados y conclusiones.

A continuación, se muestran los resultados más importantes de la encuesta, así como las conclusiones más representativas de las mismas. Para obtener todo el detalle, consultar el Anexo 21 y 22.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

La encuesta se realizó para una cantidad casi pareja de hombres y mujeres, en su mayoría con un rango de edad entre 18 y 34 años pertenecientes a distritos de Comas, SMP, Los Olivos y Ate principalmente. La mayoría es trabajador (48%) y es padre o madre de una unidad familiar (75%). Generalmente adquieren víveres (24%), productos de uso personal (22%) y limpieza (16%).

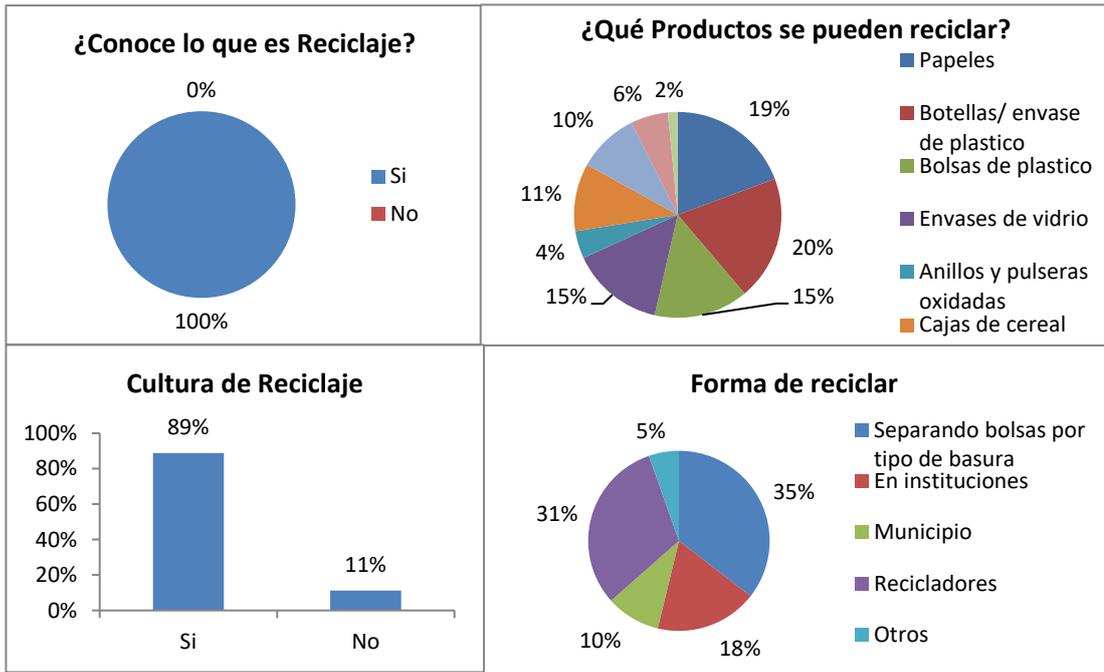
Gráfico 48. Resultados de la encuesta



Elaboración propia

Todos conocen qué es el reciclaje y las **botellas de plástico**, son **TOP OF MIND** cuando a materiales de reciclaje se refiere, seguido por el papel y otros plásticos. Además, como principal método de recolección de material reciclable, se encuentra la segregación en fuente (por tipo de basura en cada domicilio). Además de que casi 9 de cada 10 personas tenían una cultura de reciclaje acerca de los principales métodos de recolección.

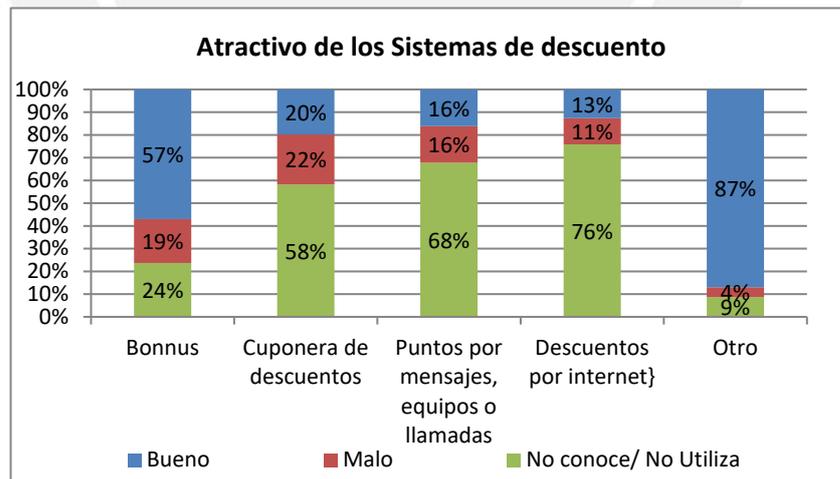
Gráfico 49. Resultados de la encuesta



Elaboración propia

Respecto a los beneficios que esperaba el cliente, se mencionó en primer lugar el *cash*, pero como método acumulable el cliente prefiere una tarjeta de descuentos, antes que tiquetes o cuponeras.

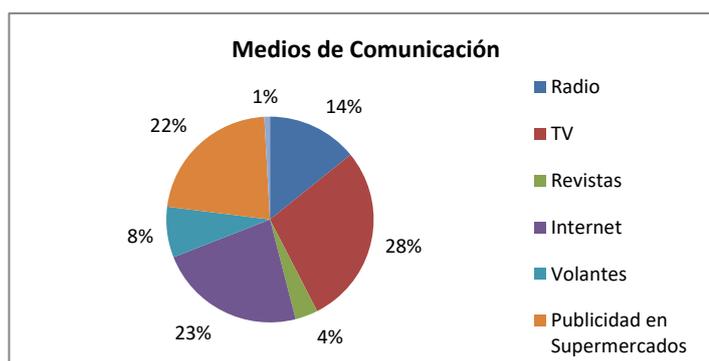
Gráfico 50. Preferencias para pago de cliente (Exceptuando Cash)



Elaboración propia

Finalmente, acerca de los medios de comunicación más importantes para difundir este tipo de servicio, fue la TV (28%) la fuente más consultada por los clientes, seguido por el internet (23%), la publicidad en los mismos establecimientos (22%) y la radio (14%).

Gráfico 51. Principales Medios de Comunicación



Elaboración propia

Como conclusiones se puede resaltar que las personas acceden a los centros de abasto con una frecuencia bastante alta (21 veces al año en promedio), como es posible constatar en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Frecuencia de asistencia a centros de abasto

FRECUENCIA	Encuestados	Resultado	Factor anual	Valor
2 - 4 (v/año)	6	6%	3	0.18
1 (v/mes)	36	37%	12	4.44
2 (v/mes)	34	35%	24	8.4
3 (v/mes)	22	22%	36	7.92
	98	100%		20.94

Elaboración propia

Los productos preferidos de los clientes, para obtener descuentos se pueden obtener a partir de la siguiente matriz.

Cuadro 10. Matriz de Importancia de los productos preferidos de los clientes.

PRODUCTOS	IMPORTANCIA					
	1	2	3	4	5	6
Víveres alimenticios	11	4	7	13	22	32
Productos de Limpieza	12	27	16	13	7	13
Productos de uso personal	3	18	12	26	14	14
Ropa y calzado de ocasión	18	7	19	10	14	17
Comida y/o ensaladas ya preparadas	7	21	14	9	12	25
Productos de panadería	34	11	12	15	9	6

Elaboración propia

De acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{1 * CP1 + 2 * CP2 + 3 * CP3 + 4 * CP4 + 5 * CP5 + 6 * CP6}{1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6}$$

En el Cuadro 11, Se obtienen los valores de importancia de cada uno:

Cuadro 11. Nivel de importancia de productos por preferencia de cliente

PRODUCTO	VALOR DE IMPORTANCIA	CONCLUSIÓN
Víveres alimenticios	18.76	1er producto preferido
Productos de Limpieza	13.29	5to producto preferido
Productos de uso personal	15.86	3er producto preferido
Ropa y calzado de ocasión	14.33	4to producto preferido
Comida y/o ensaladas ya preparadas	16.05	2do producto preferido
Productos de panadería	11.10	6to producto preferido

Elaboración propia

2.5. COMERCIALIZACION

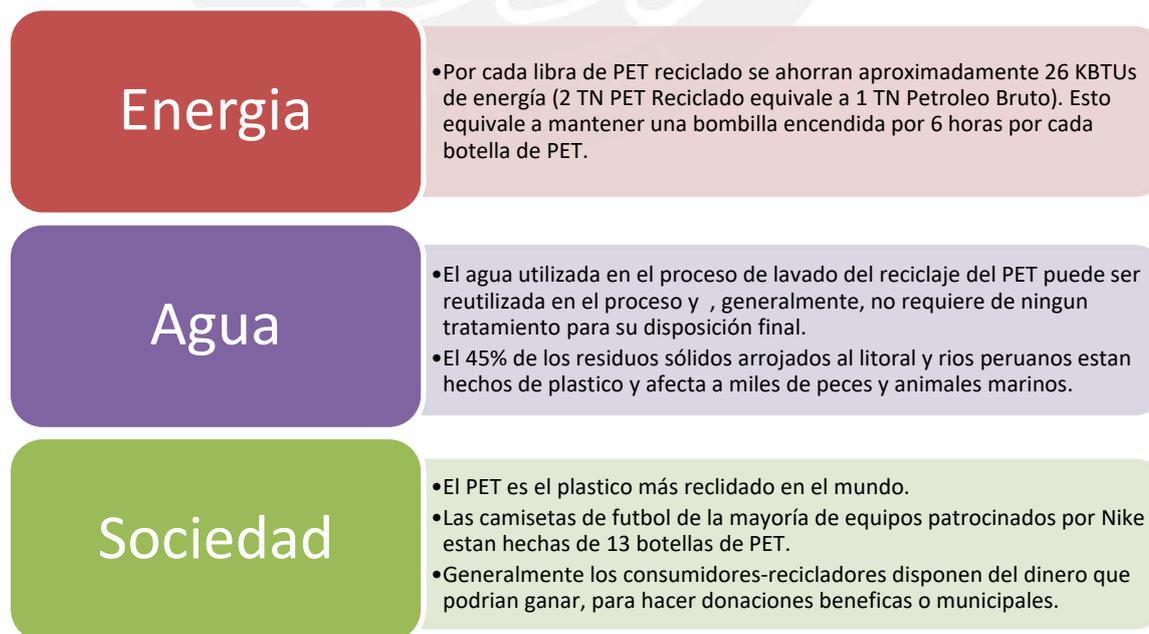
2.5.1. PRODUCTO

El producto que es ofrecido al público en general, es el servicio de reciclar con beneficios económicos mediante una tecnología moderna, limpia e interactiva con el consumidor. En esencia es fomentar una cultura de reciclaje con incentivos de diversos tipos, con lo cual el cliente está reciclando con motivaciones económicas y ambientales.

Beneficios

- Beneficios económicos para los consumidores.
- Beneficios de mejora de imagen para empresas patrocinadoras.
- Beneficios socio eco-ambientales en general.

Gráfico 52. Beneficios socio eco-ambientales



Fuentes: Petra 2015, Ecointeligencia 2013, La República 2013
Elaboración propia

Para analizar más detalles del Producto, se pueden consultar los siguientes anexos:

- Anexo 23: Diferencias entre el Producto Real y el Aumentado.
- Anexo 24: Planes de Crecimiento de la Marca.
- Anexo 25: Ciclo de Vida del Servicio.

2.5.2. PLAZA

El presente trabajo tiene como uno de sus objetivos, desarrollar la cadena de suministro ideal para la implementación de nuevas tecnologías como el *reverse vending*. Por lo que la SCM será analizada a detalle en el Capítulo 3: Diseño de la Red de Suministro.

Gráfico 53. Cadena de distribución del PET Reciclable en Perú



Fuente: Gallo 2014

2.5.3. PROMOCIÓN Y VENTAS

En el plan de promoción se combinarán las herramientas necesarias que transmitan, de manera eficaz y segura, al público objetivo, y usuarios en general, la importancia del servicio enfatizando los beneficios eco-ambientales del mismo.

En el Anexo 26: Mix de Marketing, están las estrategias listadas para cada uno de los posibles medios de promoción del producto (Kotler, 2012):

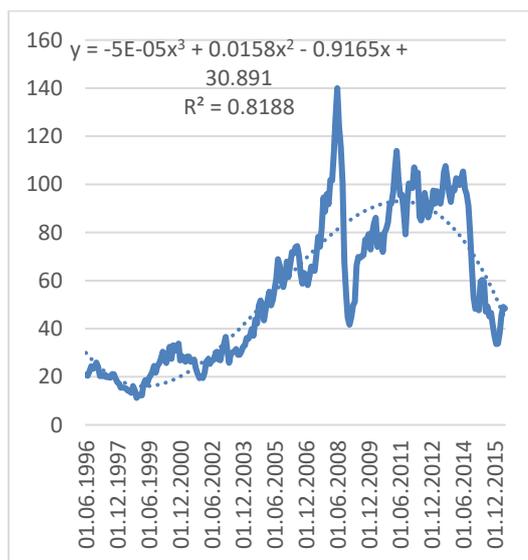
- Publicidad
- Promoción de Ventas
- Relaciones Públicas
- Ventas Personales
- Marketing Directo

La venta puede ser generada acorde a un patrón estándar de venta en empresas de reciclaje medianas en el país, donde generalmente el gerente o alguien directivo se encarga de las mismas, dada la magnitud limitada de la operación. Se puede detallar el proceso de venta de una planta de reciclaje en el Anexo 27: Proceso de venta, referido en su integridad de una publicación de la UP (CESAR y ADRIANZEN 2014).

2.5.4. PRECIO

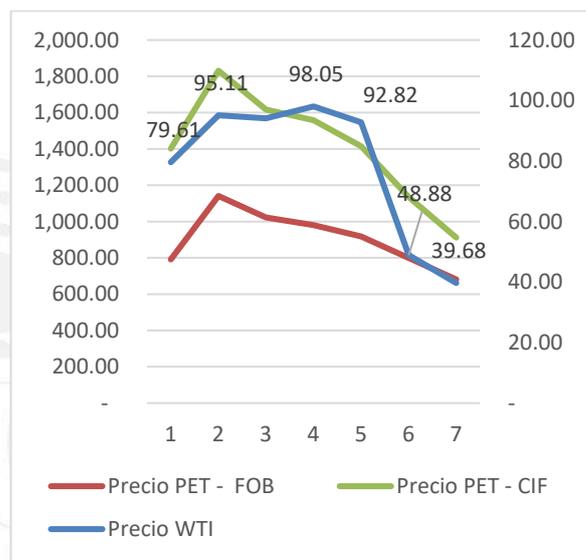
El precio ha sido muy fluctuante en los últimos años, ya que el precio de la resina virgen está directamente relacionado con el precio del crudo a nivel internacional; consecuentemente, la resina reciclada siempre tiene precios ligeramente por debajo de la virgen.

Gráfico 54. Precio internacional del WTI 1996-2015



Fuente: Investing
Elaboración propia

Gráfico 55. Correlación del precio WTI PET 2010-2016



Fuente: Adex Data Trade
Elaboración propia

Sin embargo, se espera una recuperación del precio del petróleo el 2016 y probablemente una bajada en los próximos años debido al gran uso de energías alternativas y el descubrimiento del petróleo sintético. En Lima el precio minorista y mayorista viene dado por un diferencial porcentual frente al precio que le ofrecen los grandes recicladores. Este *spread* será detallado en el Capítulo 5: Análisis Económico. En el Cuadro 12, se puede observar el precio histórico en la capital, NovaPET piensa ser más competitivo y ofrecer un precio por encima del mercado a sus clientes, esto gracias la reducción de costos en el punto logístico.

Cuadro 12. Precio Mayorista del PET en Lima Metropolitana.

Precio PET Mayorista – Lima		
2009	1.5	Soles/kg
2010	1	Soles/kg
2011	0.75	Soles/kg
2012	1.6	Soles/kg
2013	1	Soles/kg
2014	0.8	Soles/kg
2015	0.5	Soles/kg

Fuente: SIGERSOL
Elaboración propia

CAPITULO 3. PRE-DISEÑO DE LA RED DE SUMINISTRO

3.1. DEMANDA DE PET RECICLADO (PET FLAKE)

El reciclaje en el país ha ido aumentando gracias al desarrollo de la tecnología que cada vez permite crear nuevos productos a partir de materiales reciclables. Asimismo, estas materias primas han aumentado paralelamente su valor en los últimos años, gracias a su bajo costo de adquisición y su alta demanda después de ser procesados.

Si bien la participación de la minería actualmente solo representa el 11% del PBI del país (BBVA Research, 2015), la industria metalúrgica lidera el rubro de productos reciclables en el Perú gracias al cobre y al aluminio, que anualmente representa cerca del 70 % de las exportaciones de materiales reciclables en el país (Ver Gráfico 56).

En el gráfico 56, es posible observar que las exportaciones de productos reciclables han venido creciendo a un ritmo constante desde el año 2000 hasta llegar a un pico el año 2011, esto gracias a que los precios de los metales llegaron a máximos desde el 2008 debido a la crisis norteamericana y los requerimientos de China por los metales y otras materias primas. A partir del 2012, cuando la economía del gigante asiático empieza a decaer, las exportaciones reducen sus volúmenes y actualmente el mercado sigue bastante golpeado.

Gráfico 56. Estadísticas de Exportación de Productos reciclados



Fuente: ADEX 2015
Elaboración propia

Sin embargo, el plástico no ha perdido protagonismo a lo largo de estos años y se ha mantenido como el segundo producto de mayor demanda dentro de las materias reciclables.

Es más, las principales industrias se han concentrado en el procesamiento de plástico o derivados del papel debido a los altos márgenes operativos que se manejan en el sector y sobre todo donde es posible manejar toda la cadena de suministro (Recolección -> Fabricación de Productos terminados) como es el caso de Kimberly Clark o Industrias San Miguel.

Gráfico 57. Cantidad de Industrias por Sector

Es por ello que en los gráficos 57 y 58, es posible observar que, a pesar de que la industria internacional estaba bastante decaída, existen más industrias en el sector de embotelladoras de bebidas y de derivados de papel.



Fuente: ADEX 2015
Elaboración propia

El mayor consumo viene por agentes nacionales, ya que la demanda de productos terminados a base de materias primas nacionales recicladas aún está en un buen momento, e incluso se espera un crecimiento mucho mayor cuando se terminen de aprobar las leyes expuestas previamente en el acápite del entorno legal.

Gráfico 58. Exportaciones vs Importaciones de Productos Reciclados 2015

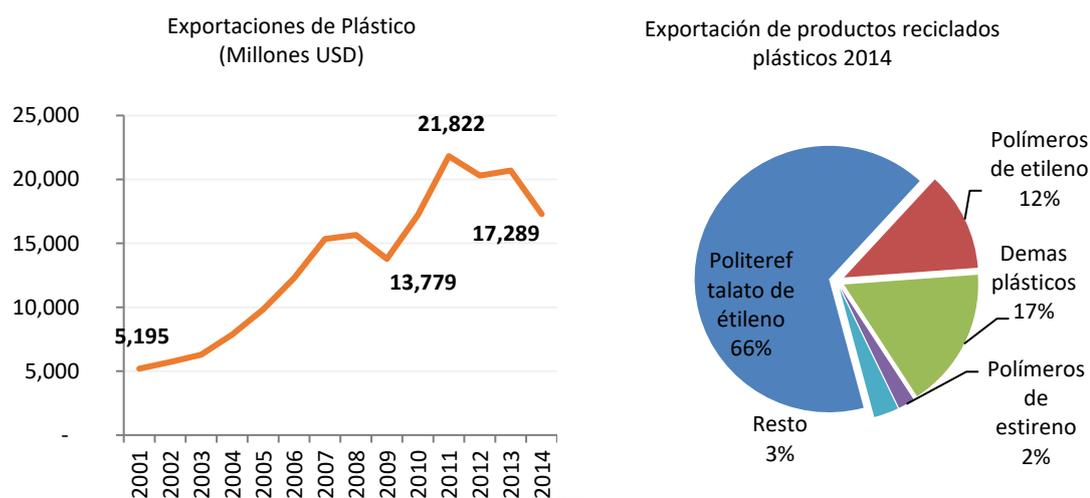


Fuente: ADEX 2015
Elaboración propia

Si se analiza las exportaciones del plástico, se observa que la gráfica se alinea bastante a la gráfica total de productos reciclados (Gráfico 56). Debido a que China y USA, son los principales demandantes de estos productos y el plástico es el principal producto después de la industria metálica. En el Gráfico 59; es resaltable que el plástico de mayor demanda es el Politereftalato de etileno (PET) con más del 50% del total de lo exportado, se presume que esto se debe a su extensivo uso en productos

terminados y el reducido costo de producción que este compuesto mantiene frente a los otros polímeros.

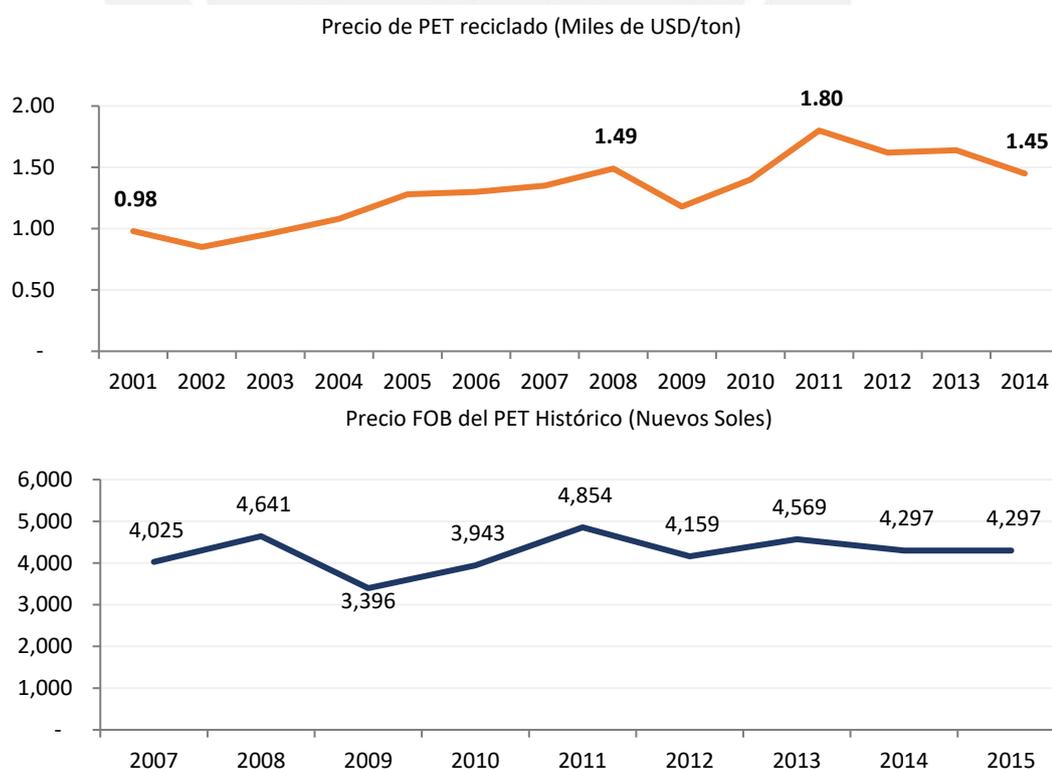
Gráfico 59. Estadísticas de Exportación de Plásticos



Fuente ADEX 2015
Elaboración propia.

Al analizar la evolución del precio del PET (Ver Gráfico 60), se logra observar que la tonelada bordea los USD 1,450 actualmente y que el precio está en depresión. Sin embargo, si se contrasta el precio en soles y su evolución, se observa que, gracias a la subida de tipo de cambio, el precio en soles no se ha deprimido tanto como el precio internacional. Esto debido a la devaluación del PEN respecto al dólar en los últimos años y que probablemente se sostenga por algunos meses más.

Gráfico 60. Precio del PET Reciclado USD/PEN



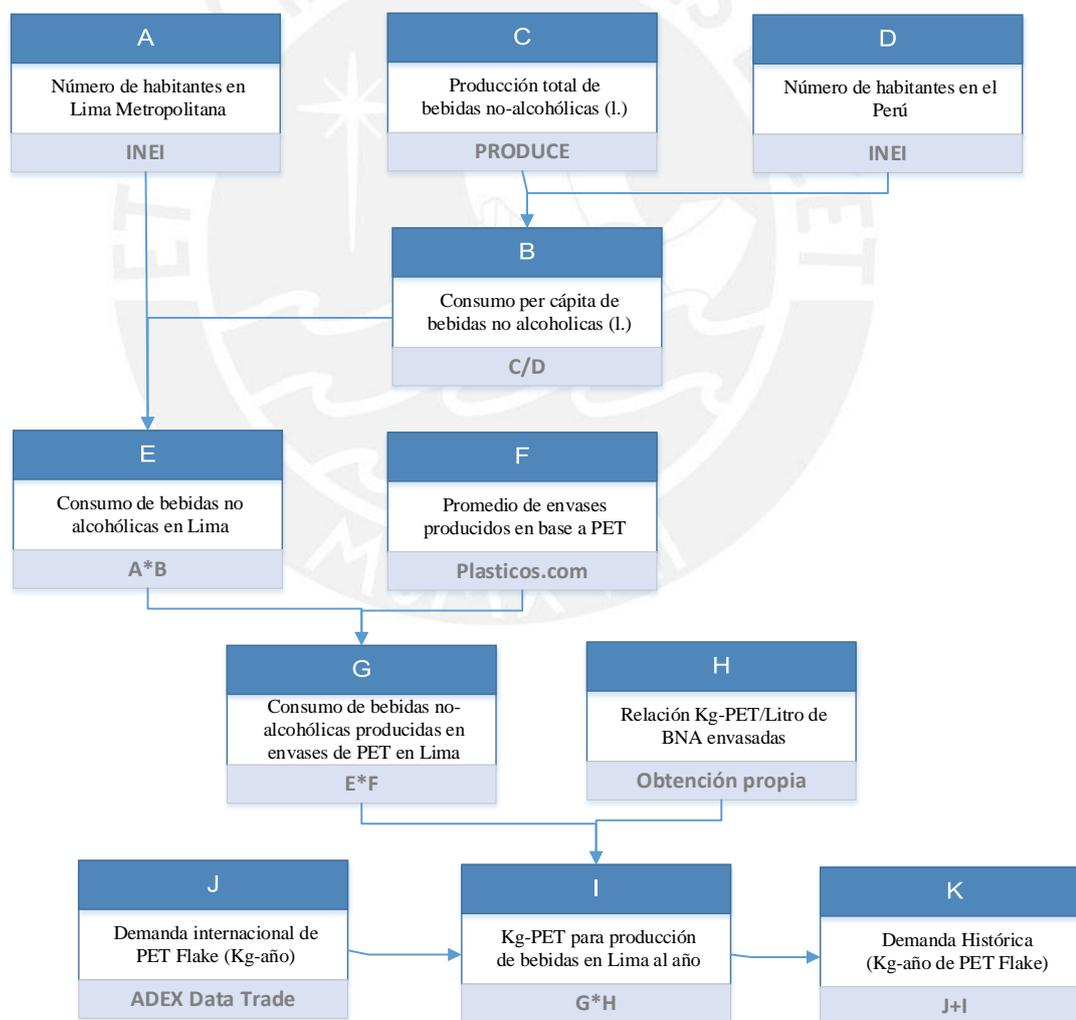
Fuente: ADEX 2015
Elaboración propia

El precio en dólares se ha reducido en 24% en los últimos 5 años, pero el precio en soles solo se ha reducido en 13%. Esto es una ventaja para los productores nacionales, ya que, si sigue la tendencia, los industriales como ISM optarán por captar cuota en Perú, ya que el riesgo de tipo de cambio es muy grande al adquirir sus productos en el extranjero. El factor de tipo de cambio, conjuntamente con las nuevas normativas legales impulsarán la demanda en los próximos años, el cálculo exacto de la demanda del proyecto será claramente fundamentada en el diseño de la Red de Suministro.

3.1.1. DEMANDA HISTÓRICA PET RECICLADO (PET FLAKE)

Para modelar la demanda histórica real se emplearon fuentes secundarias como el INEI, el MINPRO, el BBVA Research 2015, Plasticos.net y ADEX Data Trade; además de como fuente primaria el estudio ya descrito en el marco teórico acerca del peso de las botellas PET actualmente.

Gráfico 61. Esquema de cálculo de la demanda histórica



Elaboración propia

El intervalo de análisis es anual, con base en data histórica del 2007 al 2015 de la población por distritos del INEI. El peso promedio de los envases PET han sido comprobados solo para

los años 2010-2015, en los otros casos se ha hecho una regresión. Adicionalmente, el dato del porcentaje de envases hechos con PET ha sido obtenido de una fuente mexicana, por lo que se toma como supuesto que las características de producción son similares a la del país.

Cuadro 13. Consumo de bebidas no alcohólicas en Lima (Litros)

Año	Número de Habitantes Lima (A)	Consumo per cápita de bebidas no alcohólicas (l) (B) = (C) / (D)	Producción total de Bebidas No Alcohólicas (l) (C)	Población Total Perú (D)	Consumo de bebidas no alcohólicas en Lima (l) (E) = (A) *(B)
2007	7,861,745	54.67	1,557,163,729	28,481,901	429,817,664
2008	7,977,708	61.15	1,761,452,316	28,807,034	487,809,756
2009	8,095,747	64.89	1,890,418,532	29,132,013	525,344,752
2010	8,219,116	69.68	2,052,824,125	29,461,933	572,684,746
2011	8,348,403	73.08	2,177,707,567	29,797,694	610,127,092
2012	8,481,415	74.85	2,255,709,461	30,135,875	634,844,950
2013	8,617,314	78.34	2,387,555,715	30,475,144	675,117,968
2014	8,751,741	83.37	2,569,022,716	30,814,175	729,645,413
2015	8,890,792	96.43	3,004,045,989	31,151,643	857,365,631

Elaboración propia

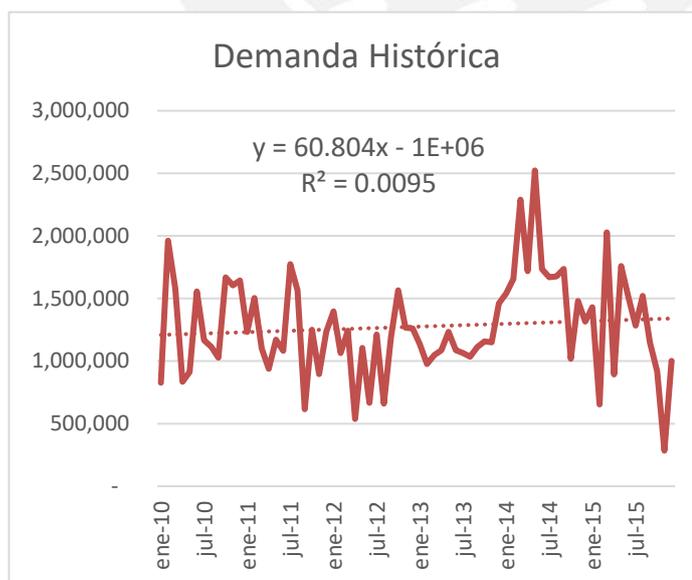
Cabe resaltar que en esta proyección de la demanda se está adicionando a los kilogramos generados por la fabricación de botellas PET con resina virgen, la cual será parte de la demanda a partir del año 2015-2016 gracias a la nueva ley B2B ya antes mencionada. Estas acotaciones son necesarias, con fines de proyectar la demanda adecuadamente hacia futuro.

Cuadro 14. Demanda Histórica del PET Flake en Lima

Año	Consumo de bebidas no alcohólicas en Lima (I) (E)	% Promedio de envases producidos en base a PET (F)	Consumo de bebidas no alcohólicas producidas con PET en Lima (I) (G) = (E)*(F)	Kg-PET/Litro promedio de BNA. (H)	Kg-PET para producción bebidas Lima /año (I) = (G)*(H)	Demanda internacional de PET Flake (Kg-año) (J)	Demanda total de PET Flake (Kg-año). (K) = (I) + (J)
2007	429,817,664	76%	326,661,425	0.0369	12,038,920	67,550,611	79,589,531
2008	487,809,756	78%	380,491,610	0.0351	13,355,048	78,062,356	91,417,404
2009	525,344,752	80%	420,275,802	0.0334	14,049,001	94,661,668	108,710,669
2010	572,684,746	82%	469,601,491	0.0318	14,950,346	104,494,169	119,444,515
2011	610,127,092	84%	512,506,757	0.0312	15,996,361	105,507,069	121,503,430
2012	634,844,950	86%	545,966,657	0.0306	16,706,580	111,048,351	127,754,931
2013	675,117,968	88%	594,103,812	0.0300	17,823,114	112,867,421	130,690,535
2014	729,645,413	90%	656,680,871	0.0281	18,433,032	123,799,641	142,232,674
2015	857,365,631	92%	788,776,380	0.0238	18,772,878	127,046,168	145,819,046

Elaboración propia

Gráfico 62. Demanda histórica mensual.



Elaboración propia

En el gráfico 62 se observa que la demanda histórica tiene cierta estacionalidad, con picos definidos en el tercer trimestre del año; además los valles no son muy definidos, pero por ello, es necesario tomar en cuenta una estacionalidad mensual para estimar la demanda proyectada. En el Anexo 28, está disponible la tabla de datos completa del gráfico.

3.1.2. DEMANDA PROYECTADA PET RECICLADO (PET FLAKE)

El horizonte de proyección será de diez años, y se intentará correlacionar la demanda con alguna tendencia conocida (lineal, logarítmica, exponencial, etc.).

Como se puede apreciar en el Gráfico 63, la demanda histórica tiene picos y valles. Esto evidencia la alta posibilidad de que exista estacionalidad en los datos. Por lo que es necesario calcular los índices de estacionalidad en toda la información en cortes mensuales y quitar la estacionalidad de la serie de datos, antes de analizar la tendencia sobre la muestra. Para realizar el cálculo de estacionalidad de la demanda histórica, se usó la técnica del promedio móvil centrado de 12 meses.

Los resultados muestran la existencia de estacionalidad clara, hallándose meses pico en febrero, abril y setiembre con valles entre octubre y enero. El detalle del análisis de estacionalidad está disponible en el Anexo 29.

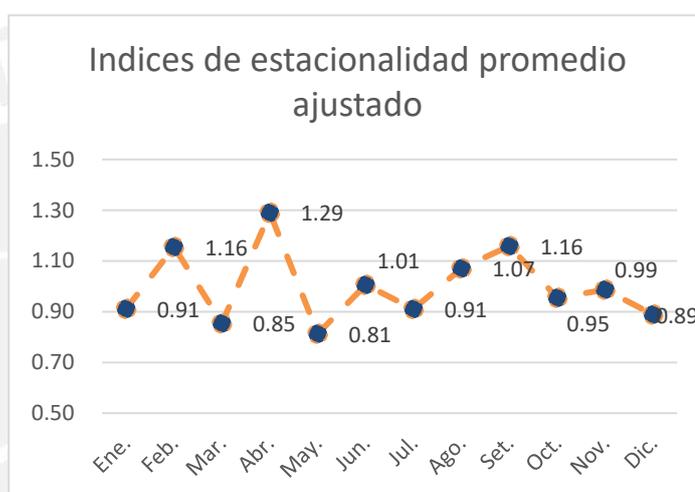


Gráfico 63. Índices de estacionalidad.

Elaboración propia

Tras dividir la demanda histórica entre los índices de estacionalidad de cada segmento se obtiene la demanda histórica sin estacionalidad. Sobre esos datos se intentará proyectar la demanda si se encuentra un coeficiente de correlación lo suficientemente significativo.

Cuadro 15. Análisis de la tendencia- demanda Proyectada

Tendencia	Coefficiente de Determinación (R2)	Formula de Tendencia	¿Significativa?
Exponencial	0.001	$y=544700e^{(2E-0.5x)}$	No
Lineal	0.010	$y=60.84X-1E+06)$	No
Logarítmica	0.009	$y=3E+06\ln(x)-3E+07)$	No
Potencial	0.001	$y=236.62X^{(0.8034)}$	No

Elaboración propia

En el Cuadro 15, se puede apreciar que no hay un coeficiente adecuado para proyectar la demanda bajo términos comunes, por lo que se remitirán a los supuestos del Cuadro 16.

Cuadro 16. Supuestos de proyección de la Demanda

Supuestos de Proyección

Crecimiento Población Lima - Y	1.50%
Crecimiento producción bebida NA - Y	7%
% de bebidas producidas con PET-R	95%
Decrecimiento Kg- PET por Litro envasado	-5.00%
Decrecimiento termina en 17.5 g por litro envasado	0.0175
Decrecimiento de Exportaciones de PET	2.00%

Elaboración propia

Finalmente, bajo los supuestos ya mencionados y los datos de la demanda histórica se posible proyectar la demanda de PET reciclado en Perú en los años 2016-2025.

Cuadro 17. Demanda total de PET Flake Proyectada

Año	Número de Habitantes Lima (A)	Consumo per cápita de bebidas no alcohólicas (I) (B)	% Promedio de envases producidos en base a PET (F)	Kg-PET/ Litro promedio de BNA. (H)	Kg-PET para producción bebidas Lima /año (I) = (A)*(B)*(F)*(H)	Demanda internacional de PET Flake (Kg-año) (J)	Demanda total de PET Flake (Kg-año). (K) = (I) + (J)
2016	9,024,154	103.18	95%	0.0226	20,000,463	129,587,091	149,587,555
2017	9,159,516	110.41	95%	0.0215	20,635,428	132,178,833	152,814,261
2018	9,296,909	118.13	95%	0.0204	21,290,551	134,822,410	156,112,961
2019	9,436,363	126.40	95%	0.0194	21,966,473	137,518,858	159,485,331
2020	9,577,908	135.25	95%	0.0184	22,663,854	140,269,235	162,933,089
2021	9,721,577	144.72	95%	0.0175	23,383,374	143,074,620	166,457,994
2022	9,867,400	154.85	95%	0.0175	25,395,514	145,936,112	171,331,626
2023	10,015,411	165.69	95%	0.0175	27,580,798	148,854,834	176,435,632
2024	10,165,642	177.29	95%	0.0175	29,954,125	151,831,931	181,786,057
2025	10,318,127	189.70	95%	0.0175	32,531,678	154,868,570	187,400,248

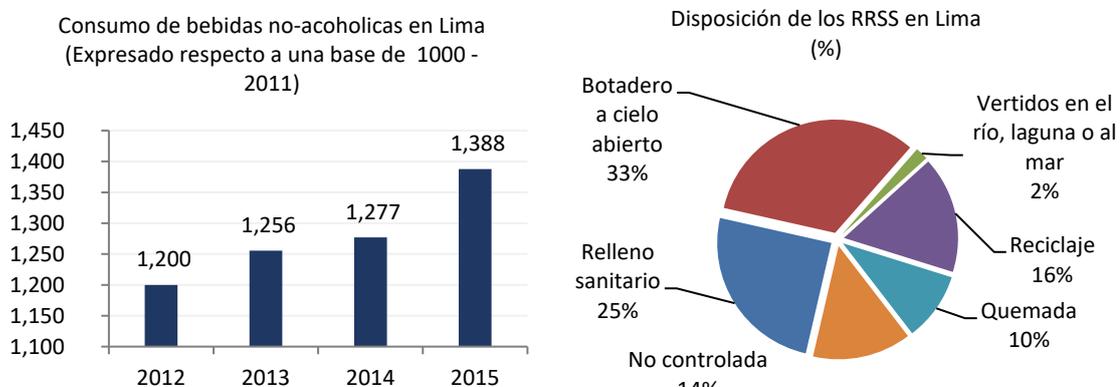
Elaboración propia

3.2. OFERTA DE PET COMO MATERIA PRIMA

Como ya se pudo observar anteriormente, Lima Metropolitana sigue en una senda de crecimiento sostenible tanto en economía como en población. El consumo *retail* de bebidas, el principal rubro generador de PET en el país, también está en constante expansión. En el

gráfico 64 se puede observar que el consumo de bebidas no alcohólicas en Lima ha aumentado en casi 38% en tan solo 5 años. Estas son excelentes noticias para la industria del PET, ya que se puede proyectar un crecimiento efectivo de la oferta de materia prima en más del 5% anual.

Gráfico 64. Consumo de bebidas no-alcohólicas en Lima y Disposición de RRSS en Lima

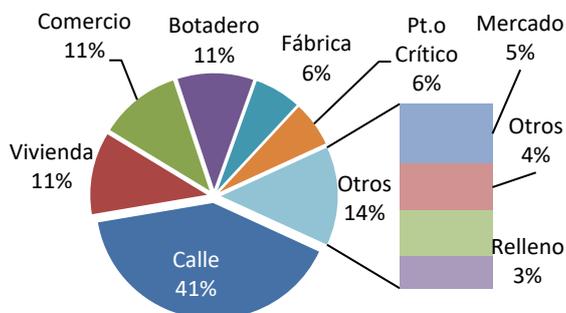


Fuente: PRODUCE, SIGERSOL
Elaboración propia

Luego de la generación de residuos, es necesario concentrarse en los lugares de disposición de los RRSS, en el Gráfico 64 es posible observar que cerca del 13% de la basura no es controlada y llega a lugares no autorizados o desconocidos por DIGESA (La Republica, 2013). En sí, se tiene que el 17% del total se recicla, pero que aún existe un 83% donde hay bastante margen por recorrer para optimizar la recolección de residuos reciclables.

Los recicladores minoristas, quienes representan cerca del 80% de la cuota total del mercado de productos reciclables, recolectan principalmente en las calles, directamente en las viviendas, mediante comercios y botaderos. Se debe apuntar al punto de generación (el usuario) para captar la mayor cantidad de productos reciclables, las viviendas deberían significar más del 50% al 2021 y los puntos de recolección, post disposición deberían de aminorarse críticamente.

Gráfico 65. Lugar de recuperación de recicladores 2012.



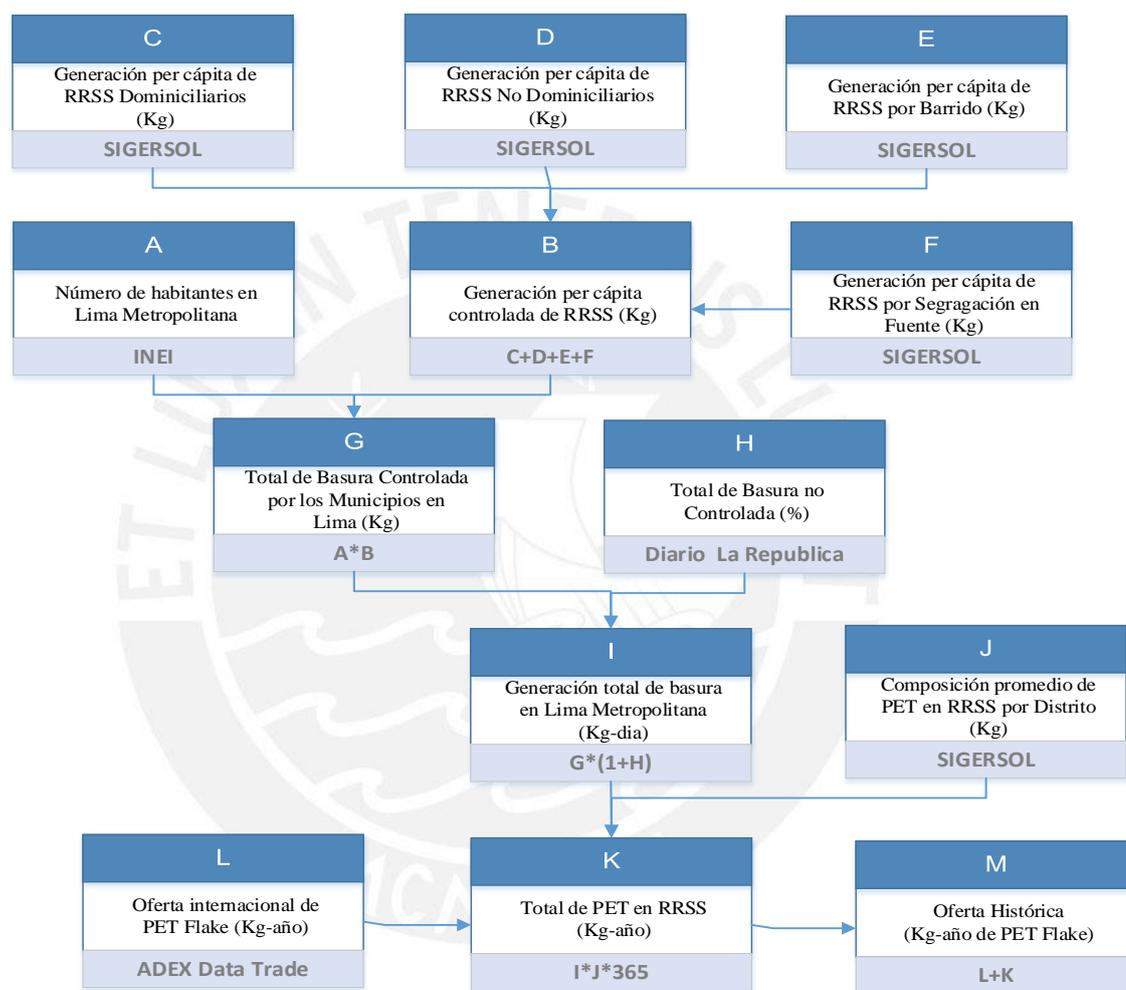
Fuente: Gallo (2015)
Elaboración propia

En el Anexo 30 se ha generado una base de datos, con información del INEI y de SIGERSOL para calcular la cuota promedio de generación en cada distrito. Aproximadamente, en el 2015 se generaron 177.2 toneladas de residuos PET diariamente en la ciudad de Lima.

3.2.1. OFERTA HISTÓRICA PET RECICLADO (PET FLAKE)

Para modelar la oferta de PET, se tomará en su mayoría la data de recolección de RRSS de SIGERSOL Lima, datos del INEI, datos del diario La República sobre RRSS y data del ADEX Data Trade acerca de las importaciones de PET.

Gráfico 66. Esquema de Cálculo de la Oferta Histórica



Elaboración propia

El intervalo es anual, con base en la data histórica de SIGERSOL que lamentablemente solo está disponible desde el 2012 en Lima. Para el cálculo del porcentaje de botellas plásticas en la basura, se utilizó las muestras del programa de segregación en fuente de SIGERSOL en todos los distritos de Lima, menos el Callao (con lo cual se puede estimar la cantidad promedio de PET expedido, sin embargo, a esto hay que agregarle las botellas que terminan en botaderos, ríos, sanitarios informales, etc. Los cuales han sido calculados en base a la información disponible en un artículo periodístico (Correo, 2015). Adicionalmente, se debe de calcular todo el ingreso de PET como materia prima para el reciclaje al Perú.

Cuadro 18. Oferta total de PET Flake (Kg-Año)

Año	Número de Habitantes Lima (A)	Generación per cápita diaria de RRSS (Kg) (B) = (C)+(D)+(E)+(F)	Generación per cápita diaria de RRSS Domiciliarios (Kg) (C)	Generación per cápita diaria de RRSS No Domiciliarios (Kg) (D)	Generación per cápita diaria de RRSS por Barrido(Kg) (E)	Generación per cápita diaria de RRSS de segregación en fuente(Kg) (F)	Total de Basura Controlada por Municipios (Kg-día) (G) = (A)*(B)
2011							
2012	8,481,415	0.87	0.537	0.203	0.001	0.000	7,412,757
2013	8,617,314	0.90	0.553	0.210	0.001	0.000	7,755,583
2014	8,751,741	0.92	0.565	0.214	0.001	0.000	8,051,602
2015	8,890,792	1.06	0.652	0.247	0.001	0.000	9,439,446
Año	Total de Basura Controlada por Municipios (Kg-día) (G)	Generación de basura no controlada (Kg) (H)	Generación total de basura en Lima Metropolitana (Kg) (I) = (H) + (G)	Composición promedio de PET en RRSS (J)	Total de PET en RRSS (Kg-año) (K) = (I)*(J)*365	Exportación de PET Flake año (Kg) (L)	Oferta Total de PET Flake año (Kg-año) (M) = (K) + (L)
2011							
2012	7,412,757	1,206,728	8,619,485	1.23%	38,697,176	42,246,851	80,944,027
2013	7,755,583	1,262,537	9,018,119	1.45%	47,586,529	36,918,908	84,505,437
2014	8,051,602	1,310,726	9,362,328	1.66%	56,773,504	40,717,462	97,490,966
2015	9,439,446	1,536,654	10,976,100	1.88%	75,200,619	32,019,910	107,220,529

Elaboración propia

3.2.2. OFERTA PROYECTADA PET RECICLADO (PET FLAKE)

Cuadro 19. Supuestos de Proyección de la Oferta

Aumento de Generación per cápita de RRSS	1.5%
Aumento de Control de Basura	1.0%
Crecimiento de Composición de PET en Basura	0.00%
Decrecimiento de las exportaciones de PET	-5%

Elaboración propia

Tras obtener la oferta histórica anual, es posible proyectar acorde a los supuestos del Cuadro 19, para los años 2016-2025 mostrados en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Oferta Total de PET Proyectada (Kg-Año)

Año	Número de Habitantes Lima (A)	Generación per cápita diaria de RRSS (Kg) (B)	Generación de basura no controlada (Kg) (H)	Composición promedio de PET en RRSS (J)	Exportación de PET Flake año (Kg) (L)	Oferta Total de PET Flake año (Kg-año) (M) = ((A)*(B)+(C))*(J)+(L)
2016	9,024,154	1.08	1,453,124	1.88%	30,418,914	107,001,971
2017	9,159,516	1.09	1,497,045	1.88%	28,897,969	107,795,748
2018	9,296,909	1.11	1,542,293	1.88%	27,453,070	108,735,535
2019	9,436,363	1.13	1,588,909	1.88%	26,080,417	109,819,644
2020	9,577,908	1.14	1,636,933	1.88%	24,776,396	111,046,642
2021	9,721,577	1.16	1,686,410	1.88%	23,537,576	112,415,340
2022	9,867,400	1.18	1,737,382	1.88%	22,360,697	113,924,792
2023	10,015,411	1.20	1,789,894	1.88%	21,242,662	115,574,281
2024	10,165,642	1.21	1,843,993	1.88%	20,180,529	117,363,322
2025	10,318,127	1.23	1,899,728	1.88%	19,171,503	119,291,645

Elaboración propia

3.3. PRINCIPALES REQUERIMIENTOS DE LA SCM

El detalle del análisis para la selección de los principales componentes a utilizar en el Proyecto estas disponibles en los Anexos:

Anexo 31. Selección de Máquina de RevePET: Envipco Ultra HDS-S

Anexo 32. Selección de modelo de Camión NovaPET: Hyundai HD78

Anexo 33. Selección de Máquina AcoPET: Compactador PET de Miguel Patiño.

3.4. ROL DE DISEÑO DE LA RED

3.4.1. ROL DE INSTALACIONES

El Rol de diseño de la RED se concentra en los puntos de acopio, el almacén y la planta. El detalle está disponible en el Anexo 34.

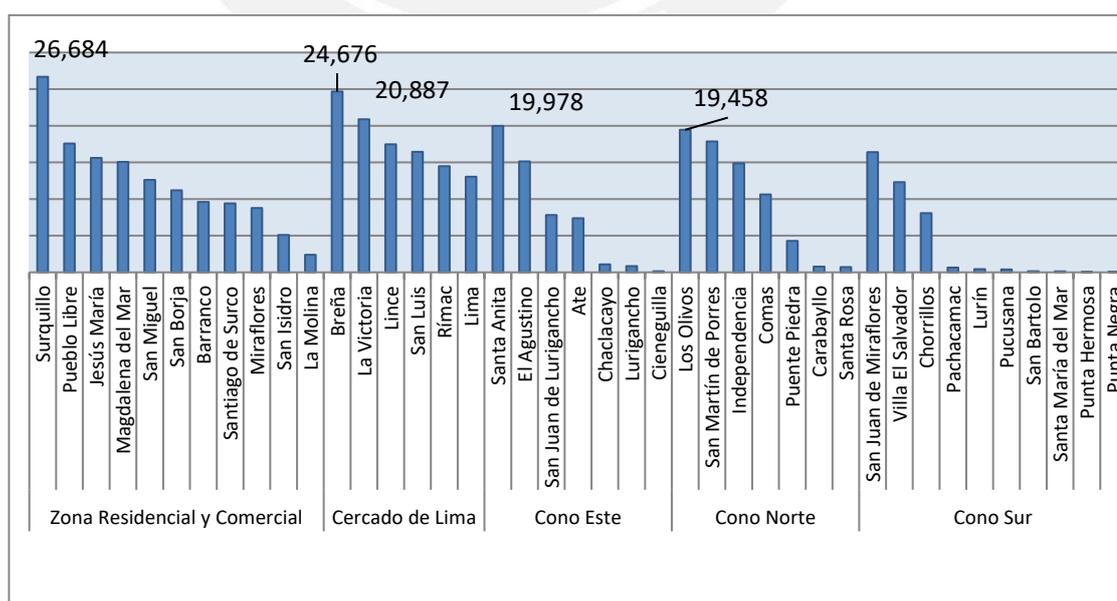
3.4.2. UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES - MACRO

Los factores para ubicación de los puntos AcoPET y RevePET serán enlistados en cada uno de sus análisis para su posterior ponderación, indiferentemente del NSE es necesario tener en cuenta que el *core business* viene dado por los ingresos de (i) RevePET, los cuales serán orientados al público en general con instalaciones acorde a afluencia y ley de generación de PET, mientras que las máquinas (ii) AcoPET estarán más enfocadas a lugares urbanos de gran afluencia, pero que los beneficios económicos puedan ser entregados a un conjunto de pobladores, ya sea una asociación, una urbanización o incluso la municipalidad del distrito.

3.4.3. CENTROS DE ACOPIO “ACOPET”

Se plantea localizar los centros de acopio “AcoPET” en lugares de alta densidad geográfica que conserven características de convivencia similares, en otras palabras, grupos sociales (urbanizaciones, empresas, distritos, etc.) a los cuales se les pueda entregar los beneficios económicos a través de un tesorero para sus fines comunes. Para ello se debe analizar la composición geográfica de los sectores a analizar, ver Anexo 35.

Cuadro 21. Densidad Poblacional por Zona de Lima Metropolitana (Hab/Km2)



Fuente: INEI.
Elaboración propia

Para la ubicación macro de los AcoPET se considerará un mínimo de densidad Poblacional de 18,000 **personas por km²** (Ver Cuadro 21).

CENTROS DE ACOPIO “REVEPET”

Gráfico 67. Principales lugares de compras-Perú⁷

Para los centros de acopio RevePet se analizará utilizan supermercados o cadenas de grifo para la ubicación de las máquinas de *reverse vending*.

Entre los principales centros de abastecimiento de víveres, se encuentran los autoservicios y los mercados de abastos. Si bien, los supermercados se han convertido en el principal centro de comercio *retail* en los últimos años (Ver Gráfico 67), el peruano promedio

aún está acostumbrado a formatos tradicionales donde prima la cercanía como factor decisivo para realizar las compras. Los autoservicios tienen mayor presencia en muchos más puntos que los supermercados, sin embargo, no tanto afluente de personas.

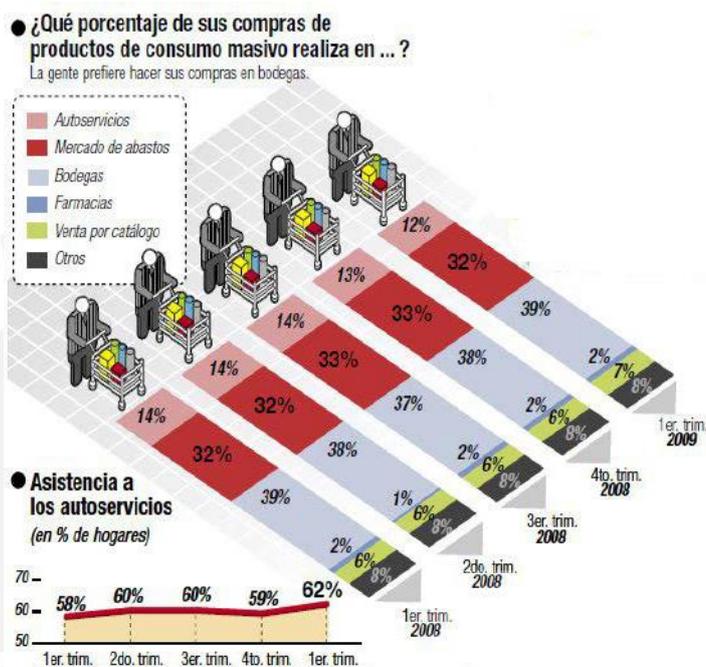
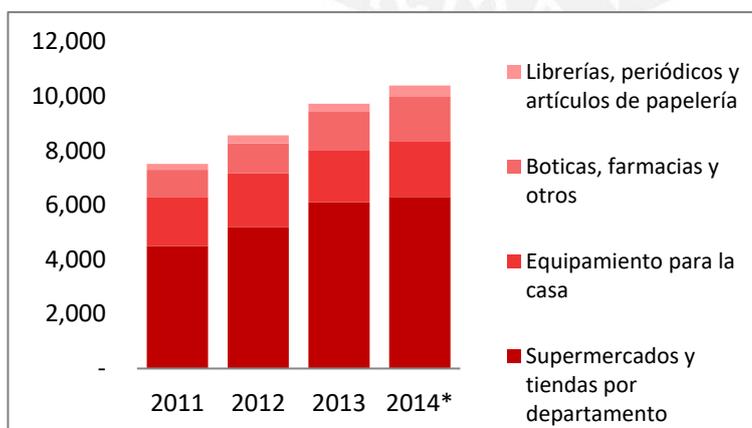


Gráfico 68. Evolución de las ventas de formatos minoristas modernos⁸



Los supermercados aparecen como interesantes opciones para colocar las instalaciones, sin embargo, el elevado costo por m² que cobran actualmente por emplazamiento podría ser un impedimento para crear

⁷ Fuente: Asociación de Supermercados del Perú, 2013.

⁸ Fuente: ACCEP. Expresado en millones de dólares.

el *joint venture*. Por otro lado, los grifos y tiendas de conveniencia son menos comerciales, pero de alta penetración en el mercado, por lo que habrá que realizar un análisis de ambos. Entonces, Las alternativas a utilizar son:

- GRIFOS
- TIENDAS DE CONVENIENCIA
- SUPERMERCADOS

Para mayor detalle del análisis realizado para escoger el lugar óptimo de posicionamiento de los RevePET consultar los siguientes anexos:

- Anexo 36: Análisis de Grifos y Tiendas de Conveniencias en Lima Metropolitana
- Anexo 37: Analisis de Supermecados en Lima Metropolitana

En base a lo anterior se concluye que:

- Los supermercados como PlazaVea son una excelente oportunidad para implementar el *ReverseVending*, sin embargo sus elevados costo de posicionamiento por metro cuadrado, dificultan la posibilidad de realizar una alianza estrategica con la entidad.
- Los grifos ademas de ser mas abundantes, se encuentran en lugaes mucho mas reconditos y cercanos a zonas urbanas y comerciales por lo que esta mas cerca del publico objetivo, ademas que los costos de posicionamiento en una de las cadenas es mucho mas barato que en un centro comercial o un supermercado.

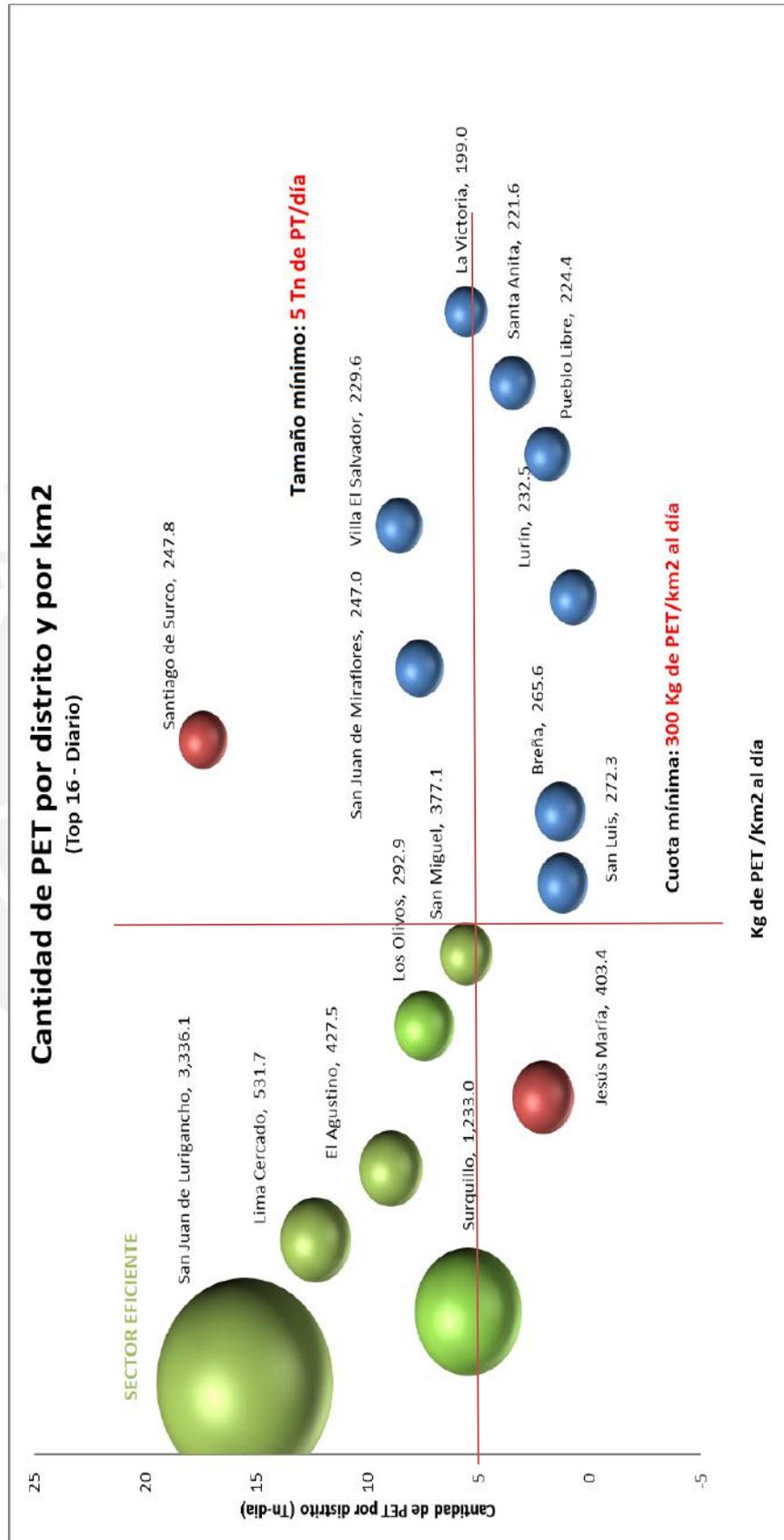
Por lo tanto, se opta por colocar las máquinas de *ReverseVending* (dado su tamaño, requerimientos y público objetivo) en los grifos y tiendas de conveniencia. Entre las 4 opciones de emplazamiento que se está manejando con los grifos (Repsol, PRIMAX, Pecsá y grifos de GNV), se optará por quien tenga una mejor ponderación de los siguientes requisitos:

- Mayor cantidad y dispersión geográfica de grifos
- Mayor cantidad de tiendas de conveniencia
- Menores costos de emplazamiento

Acorde a un análisis cualitativo de las opciones, ver Anexo 36, se optará por la cadena de Grifos PRIMAX, propiedad del grupo Romero, con quienes se puede plantear alianzas estratégicas con la finalidad de bajar la huella de carbono de una parte y obtener beneficios en costos de emplazamiento para NovaPET. También cabe mencionar que los precios de PRIMAX son más competitivos en mercado frente a los de su principal competidor, Repsol, por lo que esto es un indicador de mayor afluencia en estos centros de distribución.

Gráfico 69. Matriz de Generación de PET por Distrito y Km2

Para la ubicación de los establecimientos PRIMAX, se utilizó la base de datos de la gasolinera, donde se contempla las ubicaciones exactas de cada grifo en los distritos mencionados. Para ello, se ha aislado el análisis a sólo seis distritos. Los cuales se presentan, acorde al análisis hecho a partir de la cantidad de residuos sólidos versus el porcentaje de residuos PET (muestras hechas por la municipalidad), como los de mayor generación de PET como distrito y también por km2 al día. El detalle los distritos escogidos son los que pertenece a la “zona óptima” del Gráfico 69 (primer cuadrante), el detalle del análisis y elaboración del gráfico se encuentra disponible en el Anexo 38.



Fuente: Municipalidad de Lima, MINAM, SIGERSOL
Elaboración propia

Para obtener la data mostrada en el Gráfico 69 se compiló la información disponible por distrito, del portal de SIGERSOL, donde se analizó la cantidad de RRSS obtenidos por recolección mediante compactadoras, a domicilio y por barrido de las calles (Ver Anexo 38). Posteriormente, se pudo extraer el porcentaje de residuos sólidos que representa el PET (en más de 30 muestras) en cada uno de los distritos de la capital, aunque para los que no contaban con un plan de segregación (Chorrillos y Punta Negra) se utilizó el porcentaje estándar del MINAM que corresponde al 1.23%. Al organizar la información y contrastarla con la población, el área y el factor de basura no controlada de cada distrito se pudo elaborar un cuadro con las zonas más eficientes para colocar los RevePET.

Acorde a los datos obtenidos de las muestras de residuos domiciliarios del 2014, se ha logrado consolidar la información conjuntamente con la cantidad de residuos sólidos por distrito y poder filtrar los distritos por cantidad de PET generado (Ton diarias) y un aproximado del número de kg/km² al día que se genera en cada uno de estas legislaciones. Para obtener la mayor cantidad de cuota de mercado en los primeros años, se deberá apuntar a colocar las máquinas en los distritos de: San Juan de Lurigancho, Surquillo, Lima Cercado, el Agustino, Los Olivos y San Miguel. Esta data es totalmente confiable, sin embargo, se ha hecho lo posible por minimizar el efecto del sesgo del muestreo inicial, separando las fuentes y analizándolas por separado.

3.5. FACTORES DE DECISIÓN DE LA RED

3.5.1. FACTORES DE UBICACIÓN PARA LOS ACOJET

El método de recolección AcoPET, consiste de puntos donde las personas podrán depositar sus botellas en depósitos sin conexión a una fuente eléctrica y los beneficios serán destinados directamente a la asociación, municipalidad o distrito en los que se encuentran. Se ubicarán las instalaciones en zonas de alto tránsito y se seguirá una estrategia de reducir distancias con el generador de residuos sólidos. Debe entenderse que el AcoPET es una estrategia más económica de introducción a un mercado potencial, posteriormente se implementarán los servicios RevePET a manera de consolidación en dicho mercado. Los factores de decisión para la ubicación (detalle disponible en el Anexo 39) son:

- Densidad poblacional
- Traslado y transporte
- Espacio geográfico
- Seguridad
- Afluencia
- Nivel Socioeconómico

3.5.2. FACTORES DE UBICACIÓN PARA LOS REVEPET

Los RevePET serán ubicados en los distritos destacados en el Gráfico 69 (Matriz de densidad de PET por distrito), zona eficiente del estudio, indiferentemente del nivel socioeconómico o nivel comercial de las legislaturas. Por lo tanto, los distritos en los cuales se evaluará la implementación de estaciones RevePET, en orden de importancia (Ver Gráfico 69), son:

- | | |
|---------------------------|---------------|
| a. San Juan de Lurigancho | d. Los Olivos |
| b. Lima Cercado | e. Surquillo |
| c. El Agustino | f. San Miguel |

Como ya se mencionó anteriormente, los emplazamientos más idóneos para emplazar los RevePET son los grifos, de los cuales se ha seleccionado a la cadena PRIMAX, como el mejor socio estratégico, para la primera fase del proyecto. Teniendo este detalle en cuenta, los factores de decisión para la ubicación (Detalle disponible en el Anexo 40) son:

- Localización
- Afluencia
- Centro urbano-comercial
- Seguridad
- Diversificación
- Transporte y accesibilidad
- Marketing
- Costos de operación
- Otros

Para consultar los demás factores de la decisión de la red, se pueden consultar del Anexo 41 al 46: Factores Estratégicos, Factores Tecnológicos, Factores Macroeconómicos, Factores Políticos, Factores de Infraestructura y Factores Competitivos.

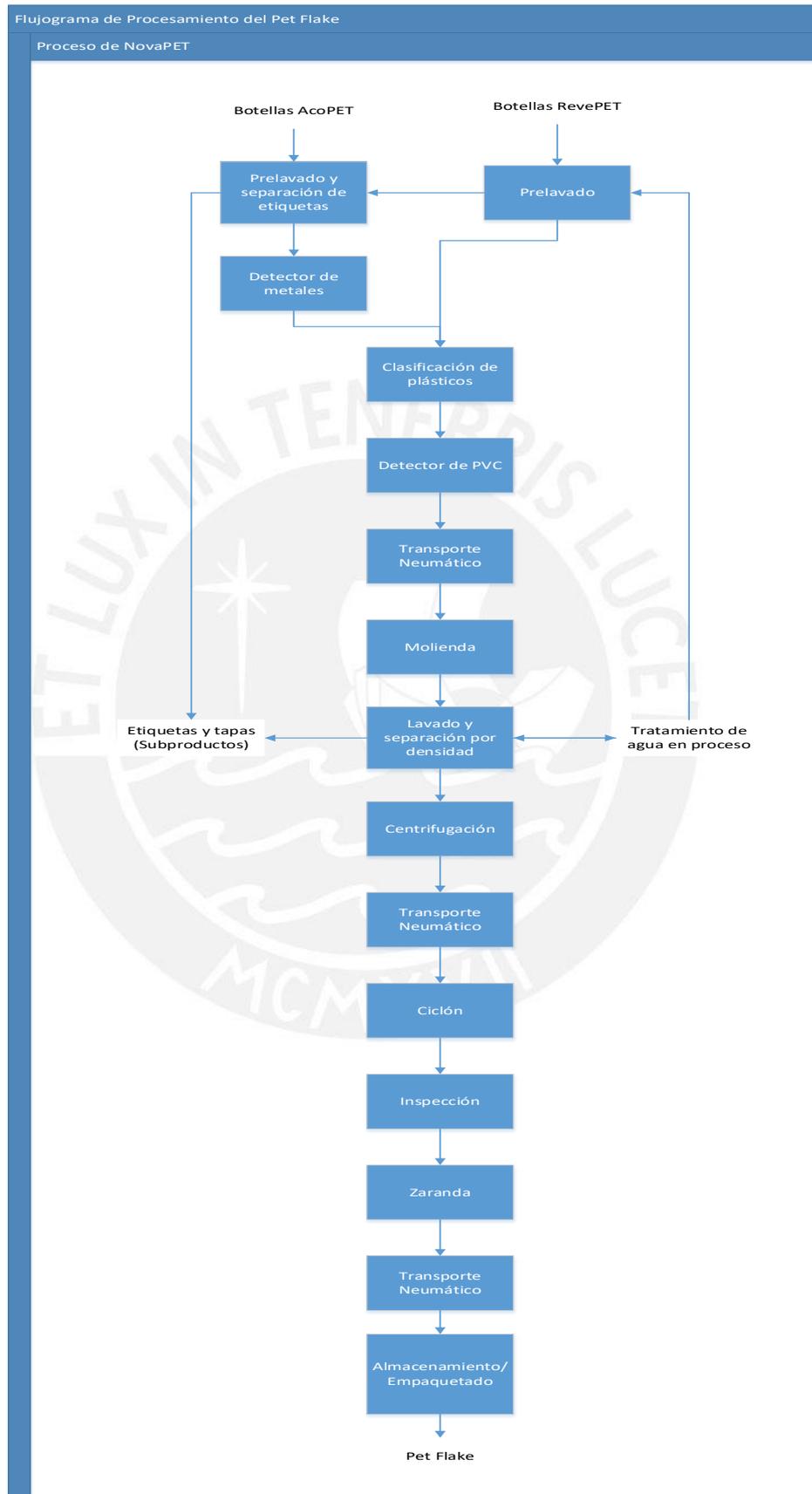
3.6. PROCESO PRODUCTIVO

En el Gráfico 70 se resume el Diagrama de Flujo del Proceso del Proyecto. El detalle del proceso productivo de la planta, así como el esquema general del reciclaje, se encuentra en los Anexos 47 y 68.

El resumen de los Beneficios Ambientales que significa el reciclaje de las botellas PET, además del Estudio Legal y Organizacional están disponibles en el Anexo 48 y 49 respectivamente.

3.6.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE RECICLAJE

Gráfico 70. Flujograma de Reciclaje NovaPET.



Elaboración propia

CAPITULO 4. DISEÑO DE LA RED

4.1. FASE I: ESTRATEGIA DE SCM

La estrategia de la red es simple: minimizar distancias entre el cliente generador de residuos y los centros de acopio, así como reducir costos gracias a las economías de escala, nuevas tecnologías y la automatización de los procesos. La estrategia de logística inversa del Proyecto se encuentra en el Anexo 50.

4.2. FASE II: CONFIGURACIÓN DE INSTALACIONES

Para la configuración de las instalaciones se tiene en cuenta la demanda del proyecto:

4.2.1. DEMANDA INSATISFECHA

La demanda insatisfecha viene dada por la diferencia entre la demanda proyectada y la oferta proyectada, amabas abarcadas en el Capítulo 3. En el cuadro 22 se puede observar la demanda insatisfecha.

Cuadro 22. Demanda insatisfecha proyectada

Año	Demanda Insatisfecha (Tn)
2015	38,598,517
2016	42,585,583
2017	45,018,513
2018	47,377,426
2019	49,665,687
2020	51,886,447
2021	54,042,654
2022	57,406,834
2023	60,861,351
2024	64,422,735
2025	68,108,603

Elaboración propia

4.2.2. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

La demanda de proyecto viene dada directamente por la capacidad de recolección de cada una de nuestras instalaciones, la fórmula de dicha restricción es:

$$\sum (\# \text{RevePET}(i) * \text{Capacidad RevePET} + \# \text{AcoPET}(i) * \text{Capacidad AcoPET}) * \text{Ocupación}(i) * \text{Numero de turnos} * 365 \text{ dias/año}$$

Donde:

- # RevePET (*) : 17 máquinas
- # AcoPET (*) : 21 máquinas
- Capacidad RP : 0.04424 Tn
- Capacidad AP : 0.13097 Tn
- Ocupación : A qué nivel (%) se encontrará ocupada la máquina en cada turno
- # de turnos : Número de turnos-día

* Dato para máquinas en primer año de operación, el mismo cambiara acorde al cuadro 31 del Capítulo 5: Inversión en activo fijo.

Cuadro 23. Demanda proyectada del Proyecto

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Demanda (Tn-día)	5.049	5.610	6.521	7.994	10.378	13.114
Demanda (Tn-año)	1,843	2,048	2,380	2,918	3,788	4,786
% de Demanda Insatisfecha	5%	5%	5%	6%	8%	9%

Elaboración propia

Gráfico 71. Layout de planta de reciclaje de capacidad de 60 Tn diarias.



Fuente: CISNEROS Y SANCHEZ 2014

4.3. FASE III: UBICACIONES POTENCIALES

Como ya se mencionó en el marco teórico, acerca del Método de Centro de Gravedad, ponderar factores es una manera de asignar valores cuantitativos a todas las variables relacionadas con cada alternativa de decisión y de derivar una calificación compuesta que puede ser usada con fines de comparación. Esto lleva la decisión a incluir sus propias preferencias al decidir la ubicación, y puede conjugar ambos factores cuantitativos y cualitativos.

La metodología de aplicación se puede estructurar en los siguientes pasos:

1. Identificar los factores relevantes para la decisión.
2. Asignar una ponderación a cada factor para indicar su importancia relativa.
3. Asignar una escala común a cada factor.
4. Calificar cada lugar potencial de acuerdo a la escala diseñada y multiplicar las calificaciones por las ponderaciones.
5. Sumar los puntos de cada ubicación y escoger la ubicación que tenga más puntos totales a partir de la ponderación.

4.3.1. UBICACIONES ACOPET

Se creará la red en los distritos con densidad demográfica mayor a 18 000 hab/km² (18 kg PET diario / km²) y que no pertenezcan a la zona residencial y comercial esto significa que se reducirá el estudio de centros de acopio “AcoPet” a los distritos de:

- Breña
- La Victoria
- Los Olivos
- Sta. Anita.

Estos puntos se han decidido a partir de la mayor población por kilómetro cuadrado que posee el distrito (Ver Cuadro 21).

ANÁLISIS DE UBICACIÓN POR DISTRITO - LOS OLIVOS

El distrito de Los Olivos, en cuanto a su comercio, presenta bastante dinamismo en compra y venta al por mayor y menor de productos alimenticios, de origen animal y/o vegetal en estado natural preparado o envasado, restaurantes, muebles, prendas de vestir y manufacturas varias.

Por otro lado, los servicios más usados por su población son los relacionados con Internet, atención médica, servicios financieros, peluquerías, reparaciones, mecánicas, hospedaje, entre otros.

Gráfico 72 Mapa por Estratos de Los Olivos



Una vez distribuido el mapa del distrito (Ver Gráfico 73), se escogen dos zonas de acuerdo al nivel de población que posea, así como la distancia que existe entre ellas, ello con el motivo de poseer un mayor alcance para el análisis en el distrito. De esta forma se ha escogido la Zona 2 y Zona 3 de Los Olivos.

Luego de distribuir las zonas se ubican puntos AcoPET potenciales dentro de cada zona. Estos puntos pueden ser alrededor de 10 a más y se deben ubicar en zonas de alta concurrencia. (Ver Gráfico 74 y 75).

Se procede a separar por zonas del distrito (Ver Gráfico 72) para hacer el análisis y ubicar puntos potenciales donde podrían ubicarse los ACOPEs. La distribución de las zonas debe ser en lo posible de forma homogénea, para luego enumerar las zonas.

Gráfico 73 Mapa de Estratos Poblacionales de Los Olivos Dividido por Zonas

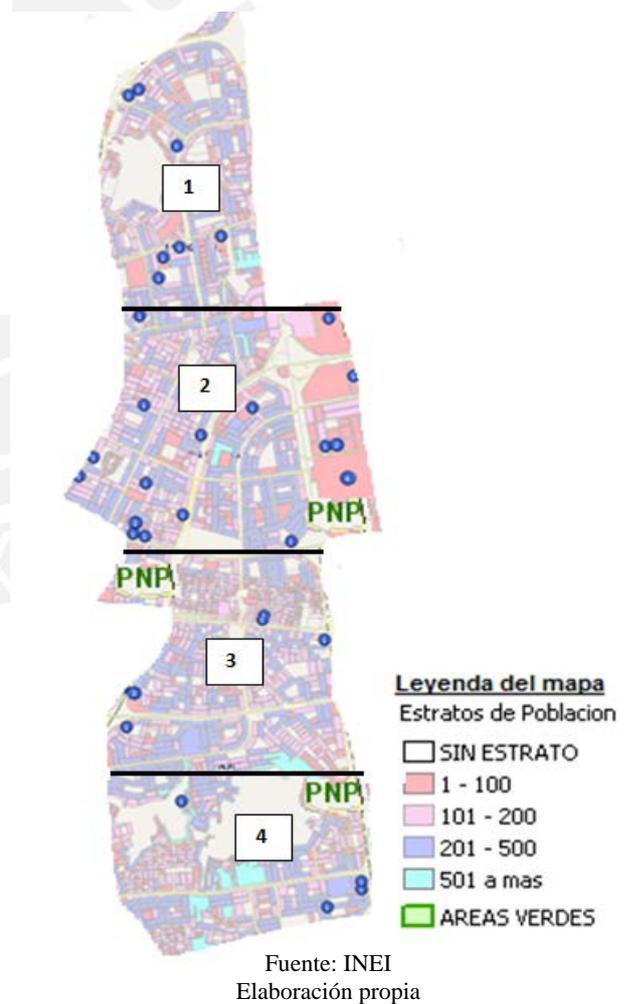


Gráfico 74 Mapa Zona 2 Los Olivos



Fuente: INEI
Elaboración propia

Gráfico 75 Mapa Zona 3 Los Olivos



Fuente: INEI
Elaboración propia

Cuadro 24. Ponderación de zonas escogidas – Los Olivos

Zona 2 Los Olivos														Peso
Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1 Densidad Poblacional	7	7	7	7	6.5	7	6.5	6.5	6.5	6.5	7	6.5	6.5	20.00%
2 Traslado y Transporte	3.5	3.5	3	4	4	3.5	4	4	3.5	3.5	4.1	3.8	3	15.00%
3 Espacio Geografico	7	7	8	7	6	7	8	7	7	8	7	8	7	15.00%
4 Seguridad	7	7	6	6	6	6	6	7	6.5	6	7.2	7	7.1	20.00%
5 Afluencia	3.5	3.5	3.5	3.5	3	3.5	3	3	3	3	3.5	3	3	15.00%
6 Nivel Socioeconomico	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10.00%
7 Otros	3	3	3	3	3	2.5	3	2.5	2.5	3	2.5	2.5	3	5.00%
Total	5.85	5.85	5.73	5.73	5.40	5.63	5.70	5.73	5.55	5.63	5.96	5.85	5.62	100.00%

Elaboración propia

Zona 3 Los Olivos																		Peso	
Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1 Densidad Poblacional	7	7	7	7	6.5	7	6.5	6.5	6.5	6.5	7	6.5	6.5	6.5	6.5	7	6.5	6.5	20.00%
2 Traslado y Transporte	3.5	3.5	3	4	4	3.5	4	4	3.5	3.5	4.1	3.8	3	3.5	3.5	4.1	3.8	3	15.00%
3 Espacio Geografico	7	7	8	7	6	7	8	7	7	8	7	8	7	7	8	7	8	7	15.00%
4 Seguridad	8	6.5	6.5	6.5	7	6.5	7	6	6	6.5	6.5	6.5	6	6.5	6.5	6.7	6.9	6.5	20.00%
5 Afluencia	3	3.5	3.2	3.4	3.5	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4	3.5	3.5	15.00%
6 Nivel Socioeconomico	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10.00%
7 Otros	3	3	3	3	3	2.5	3	2.5	2.5	3	2.5	2.5	3	2.5	3	2.5	2.5	3	5.00%
Total	5.98	5.75	5.78	5.81	5.68	5.65	5.90	5.53	5.45	5.80	5.82	5.82	5.48	5.63	5.80	5.93	5.90	5.58	100.00%

Elaboración propia

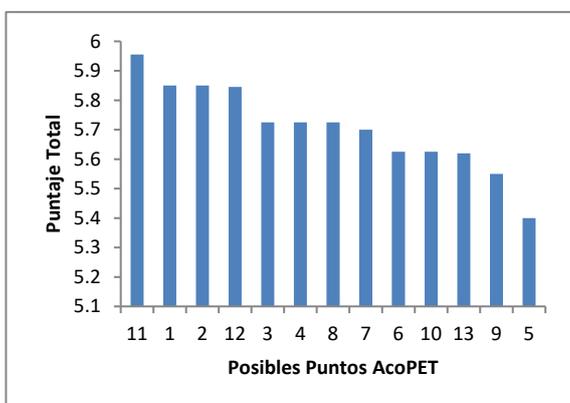
Elaboración propia

Una vez establecidos los puntos se procede a evaluarlos a través del método de ponderaciones, de los cuales se ha presentado sus factores de ponderación líneas previas (Subcapítulo 3.5.). Ello permite evaluar de manera individual cada posible punto AcoPET otorgándole por cada factor un peso equivalente a su importancia en relación con la calificación del ponderativo en la zona, acorde al sistema del INEI, ya mencionado.

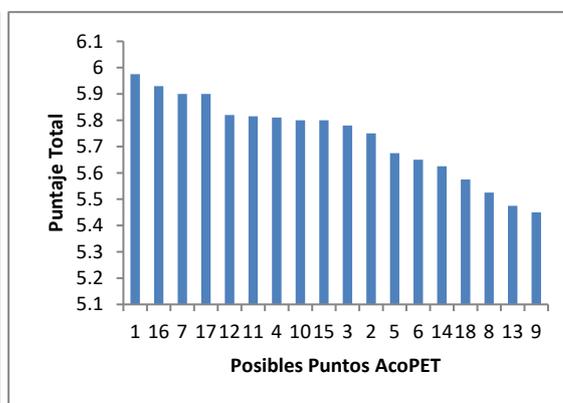
Luego de evaluar los diferentes puntos potenciales para ubicar los puntos AcoPET, a través de un diagrama Pareto se organizan los datos de modo que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Ello permite asignar un orden de prioridades. Se elegirán como puntos AcoPET a los 2 o 3 puntos con mayor puntaje de cada zona.

Gráfico 76 Diagrama Pareto Zona 2 Los Olivos

Gráfico 77 Diagrama Pareto Zona 3 Los Olivos



Elaboración propia



Elaboración propia

ANALISIS DE LOS OTROS DISTRITOS

Se realiza el mismo estudio para todos los distritos, para consultar el análisis ver los anexos:

ANEXO 51: Análisis de ubicación de AcoPET para el distrito de Surquillo

ANEXO 52: Análisis de ubicación de AcoPET para el distrito de Breña

ANEXO 53: Análisis de ubicación de AcoPET para el distrito de La Victoria

ANEXO 54: Análisis de ubicación de AcoPET para el distrito de Santa Anita

EMPLAZAMIENTOS FINALES DE ACOPET

Por el método de ponderación de factores se han ubicado los puntos estratégicos para ubicar los ACOPEs en los cuatro distritos estratégicos.

Surquillo Zona 1

Punto 1: Cruce Calle Polar con Pasaje S/n

Punto 3: Jr. Universidad Pedro Ruiz Gallo

Surquillo Zona 3

Punto 1: Cruce Calle Polar con Pasaje s/n

Punto 3: Jr. Universidad Pedro Ruiz Gallo

Los Olivos Zona 2

Punto 2: Cruce Calle Polar con Pasaje S/n

Punto 11: Jr. Universidad Pedro Ruiz Gallo

Punto 1: Cruce Jr. Recuay con Psje.

Mariano Moreno

Punto 10: Cruce Jr. Huaraz con Jr. Juan

Orbegozo

La Victoria Zona 3

Punto 8: Cruce Jr. Sebastián Barranca y

Psje. Los Quechuas

Punto 11: Jr. Rodolfo Espinar

La Victoria Zona 4

Punto 6: Cruce Jr. Las Ágatas con Jr. Las

Esmeraldas

Punto 12: Jr. Rio Paucartambo

Los Olivos Zona 3

Punto 1: Cruce Jr. Huacclan y Jr. S/N

Punto 16: Pasaje. Fobos

Breña Zona 3

Punto 5: Cruce General Orbegoso y Jr.

Aguarico

Punto 6: Jr. Loreto con Pasaje Socabaya

Breña Zona 4

Punto 8: Calle Eduardo Bello

Sta. Anita Zona 4

Punto 5: Jr. 23 de Setiembre

Punto 11: Cruce Av. Los Rosales con Av.

Los Cascanueces

Sta. Anita Zona 5

Punto 3: Av. La Cultura

Punto 9: Av. Huaro Chimú

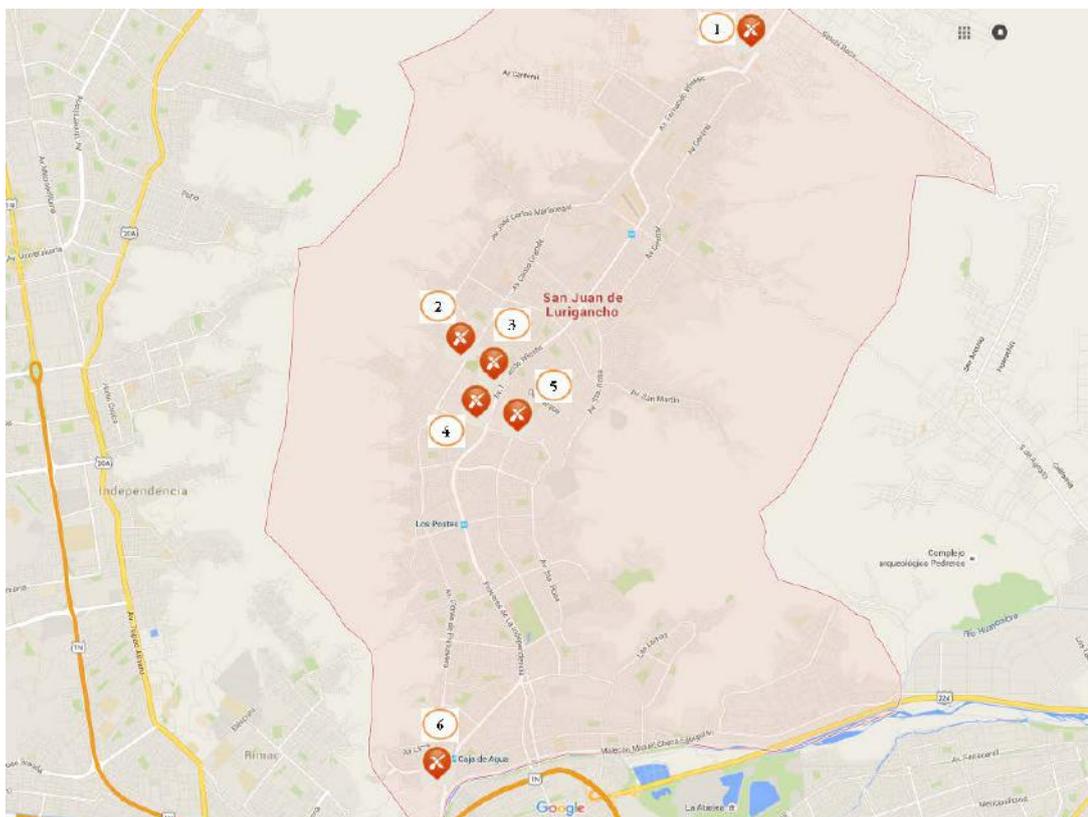
4.3.2. UBICACIONES REVEPET

Para la ubicación de los RevePET se ha utilizado el software de ubicación de estaciones de servicio de PRIMAX, así como también el sistema Facilito.org, de ubicación de grifos de OSINERGMIN.

ANÁLISIS DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO

Se han ubicado todos los PRIMAX disponibles en el distrito, se les ha asignado un número de referencia y se realizó una ponderación con factores al igual que con los AcoPET. Como ya se mencionó en el capítulo 3, se utilizará una ponderación con los factores ya descritos para escoger la mejor ubicación entre las opciones disponibles.

Gráfico 80 Localización de Grifos PRIMAX - SJL



Fuente: Google Maps.
Elaboración propia

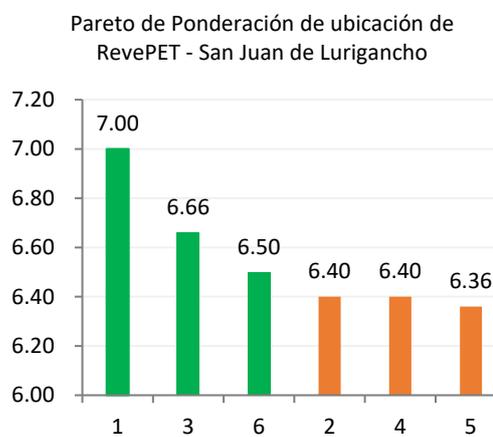
SUSTENTO DE RESULTADOS

Cuadro 25. Ponderación del Distrito de SJL

San Juan de Lurigancho					
Factor	1	3	5	6	
1 Afluencia	6.5	7	8	8	25%
2 CUC	8	8	8	6	10%
3 Seguridad	8	6.5	6.5	7	10%
4 Diversificación	7	7.5	6.5	9	20%
5 Transporte	7.5	8.5	7.8	7	20%
6 Marketing	8	5.8	5.5	8	5%
7 C. Operación	8	8	8	8	10%
Total	7.00	6.66	6.36	6.50	100%

Elaboración propia

Cuadro 26. Pareto de Ubicaciones - SJL



Elaboración propia

ANÁLISIS DE LOS OTROS DISTRITOS

Se realiza el mismo estudio para todos los distritos escogidos, para consultar el análisis ver los Anexos:

ANEXO 55: Análisis de ubicación de RevePET para el distrito de Surquillo

ANEXO 56: Análisis de ubicación de RevePET para el distrito de Lima Cercado

ANEXO 57: Análisis de ubicación de RevePET para el distrito de Los Olivos

ANEXO 58: Análisis de ubicación de RevePET para el distrito de El Agustino

ANEXO 59: Análisis de ubicación de RevePET para el distrito de San Miguel

EMPLAZAMIENTOS FINALES DE REVEPET

A través del método de ponderaciones se ubicó los grifos PRIMAX que tendrían en su local los puntos RevePET por distrito, al costado se ha colocado su geolocalización:

San Juan de Lurigancho

Punto 1: Sector 2 Nro. Mz K Int. Lt 7 A.H. Enrique Montenegro (-11.935956,-76.970385)

Punto 3: Av. Próceres de la independencia Mz 1 Lt 10 (-11.982838; -77.006227)

Punto 6: Esquina de Próceres con Malecón Checa (-12.031734; -77.011877)

Surquillo

Punto 1: Av. Tomas Marsano 1008 (-12.112987, -77,012355)

Punto 2: Av. Angamos Este 2398 (-12.112274, -77.005907)

Lima Cercado

Punto 3: Calle Baquero 498 esq. con Av. Zorritos (-12.050071; 77.046979)

Punto 4: Av. Tingo María N° 1194 esq. con Porras Barrenechea (12.059271,-77.058785)

Punto 5: Calle Sargento Enrique Villar 316 (-12.076325,-77.034423)

El Agustino

Punto 2: (Vilma Rosa Meléndez) Calle San Carlos 1881 intersección Av. Ancash cuarta zona (-12.040615, -76.997924)

Punto 3: (Inversiones Reunidas S.A.C) Jr. Cajacay N° 121 (-12.048931, -77.008249)

Punto 5: (BAC THOR S.A.C.) Av. Nicolás Ayllon N. 680, Esq. con Av. México (-12.062878, -77.002880)

Los Olivos

Punto 2: Av. Alfredo Mendiola N° 6585-6589 Mz. 2 E lote 16 Urb. Parcelación Residencial, Santa Luisa II Etapa (-11.951499, 77.069838)

Punto 5: Av. Universitaria Esquina con Av. Naranja (-11.977624, -77.077864)

Punto 7: Esquina de Panamericana Norte y El Pacifico (-11.997313,-77.062564)

San Miguel

Punto 2: Av. La Marina 3112 Urb. Maranga	(-12.075524,-77.096981)
Punto 3: Esquina de La Marina y José de la Riva Agüero	(-12.078282,-77.084421)
Punto 4: Av. La Marina 887	(-12.081536,-77.070880)

4.3.3. UBICACIÓN DEL ALMACÉN

Se debe resaltar que acorde al plan de crecimiento planteado, se recibirá un aproximado de 5 a 6 Tn de PET diarios con un total de 1 800 Tn, anuales, esto corresponde a nuestra proyección de captar un *market share* de tan solo 3% del total en el primer año. La estrategia es colocar el almacén en un punto estratégico referente a los puntos de acopio, también respecto a los futuros puntos acorde al plan de crecimiento (grifos de Lima Metropolitana) y a los potenciales clientes para reducir costos logísticos y a la vez lograr obtener la mayor cantidad de beneficios económicos con la elección del local teniendo en cuenta el crecimiento sostenible mínimo de 13% anual (crecimiento demográfico).

Para la elección del almacén entre las opciones contempladas se tendrá en cuenta los siguientes puntos:

- Tamaño del local
- Precio del alquiler
- Facilidad Mano de Obra
- Facilidad de transporte
- Facilidad para oficinas
- Impuestos y factores legales
- Comunidad
- Seguridad
- Proximidad a Zona Comercial

Para la selección del almacén se realizó el trabajo con el método de Centro de Gravedad, donde se consideraron las siguientes variables:

- Ubicación de todos los grifos en Lima Metropolitana y el Callao. Se obtuvo la data de 483 grifos, lo que corresponde a cerca del 90% de los grifos registrados en Osinergmin, con los cuales se ubicó un centro de gravedad asignándoles una ponderación igual a todos y emplazando uno por uno en *Google Maps* (ver Anexo 60).
- Ubicación de los potenciales clientes (Ver Anexo 61). Se colocó la ubicación de los principales clientes (SMI, *Interflake* y el puesto marítimo del Callao en representación de todos los clientes internacionales)
- Ubicación de las instalaciones de AcoPET y RevePET. Como los primeros centros de acopio en el primer año, es trascendental que los puntos AcoPET y RevePET iniciales determinen parcialmente la ubicación del centro de operaciones.

Cuadro 27. Ponderación de instalaciones para determinar Centro de Gravedad

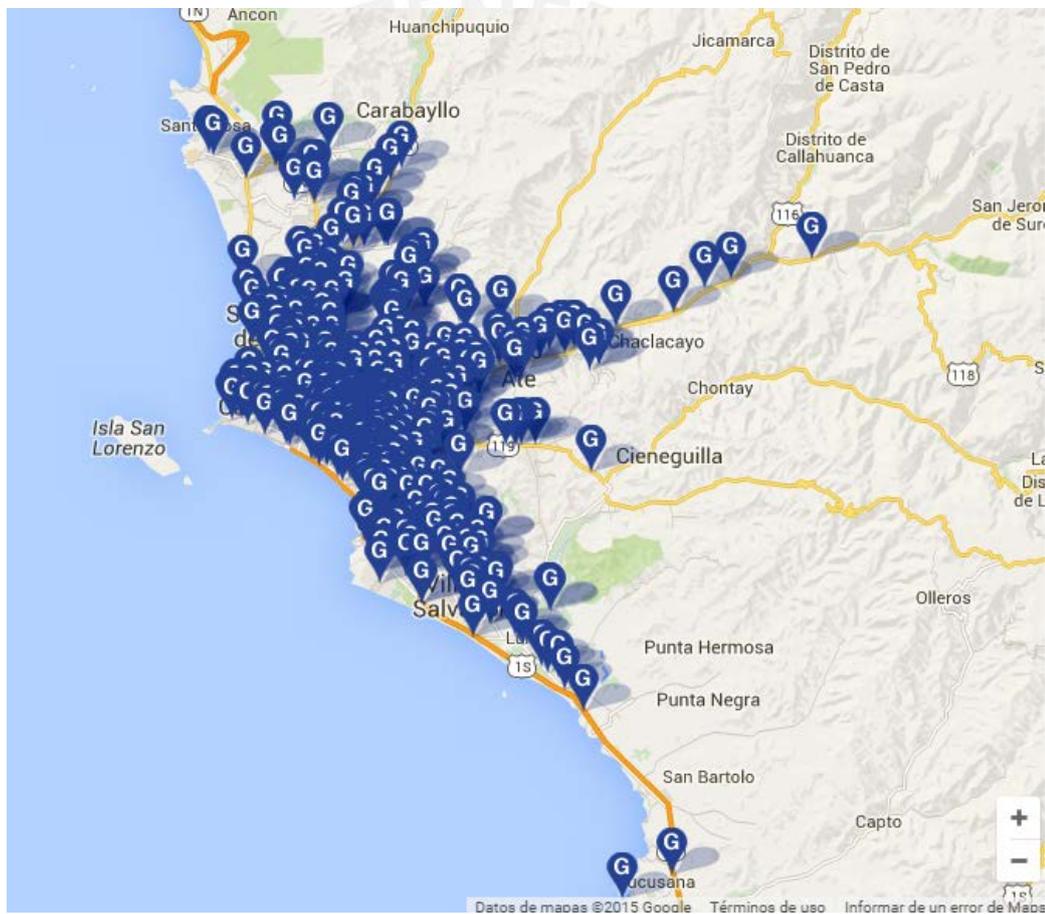
Punto	Distrito	Ponderación	Dimensión X	Dimensión Y
Ponderado AcoPET-RevePET	Lima	60	-12,04595694	-77,02653057
Ponderado 500 grifos Lima	San Luis	20	-12,0686512	-77,0057161
Interflake	San Martin de Porres	10	-12,0125937	-77,058569
San Miguel Industrias	Lima	20	-12,0402286	-77,0719162
TERMINAL MARITIMO	Callao	10	-12,0519172	-77,1428061

Coordenadas de almacén por C.G:

-12,04650101 -77,04298526

Elaboración propia

Gráfico 81 Grifos utilizados para el muestreo



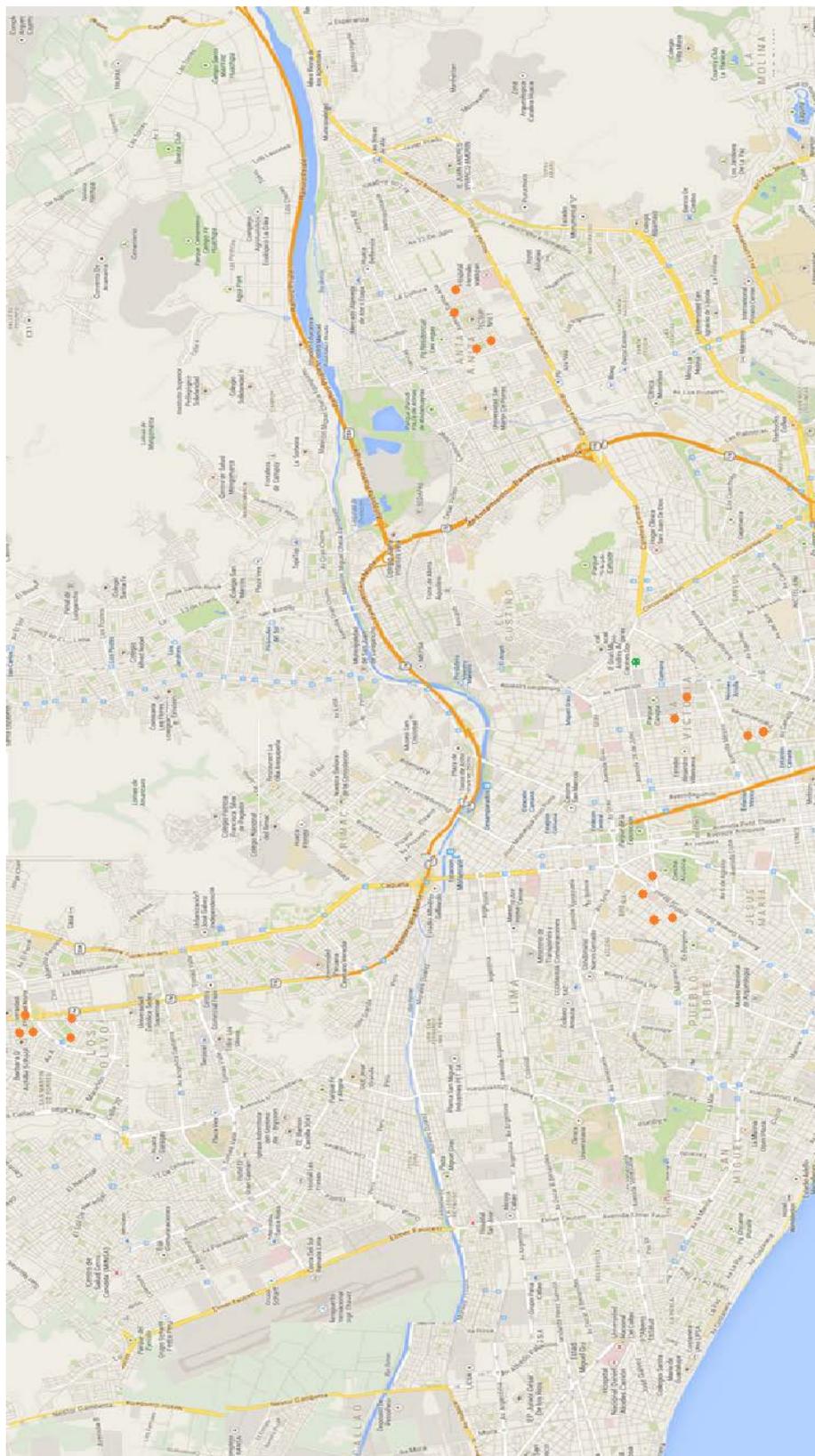
Elaboración propia

4.4. FASE IV: OPCIONES DE UBICACIÓN

Las opciones de ubicación se dan por el método del Centro de Gravedad en base al promedio ponderado de todas las geolocalizaciones de los AcoPET y RevePET, los grifos de Lima y los clientes potenciales (Ver Anexo 62), dando resultante la coordenada -12.045956, -77.026530.

4.4.1. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS ACOPET

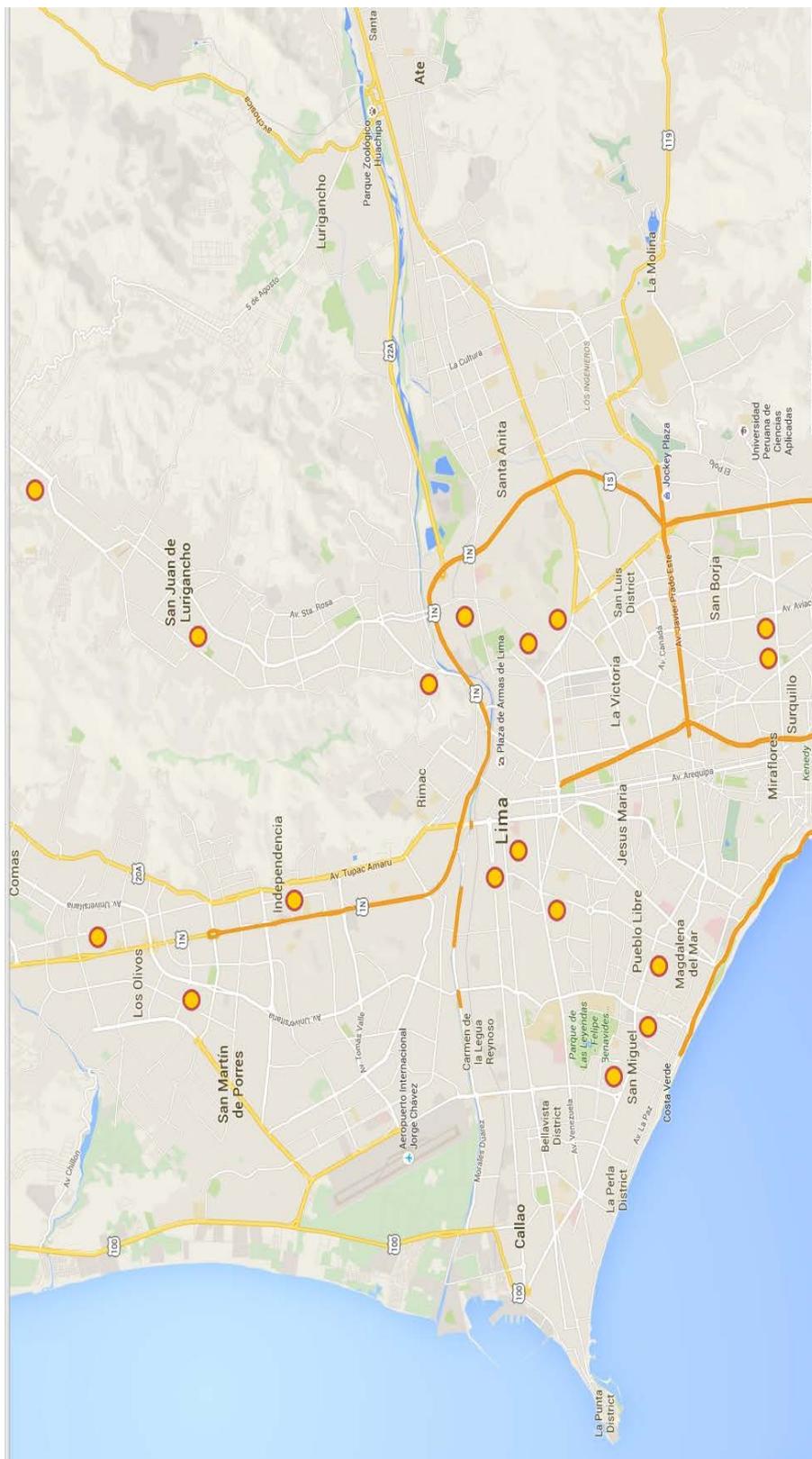
Gráfico 82 Ubicación de los Puntos de Recolección AcoPET



Fuente: Google Maps
Elaboración propia

4.4.2. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS REVEPET

Gráfico 83 Ubicación de los Puntos de Recolección RevePET

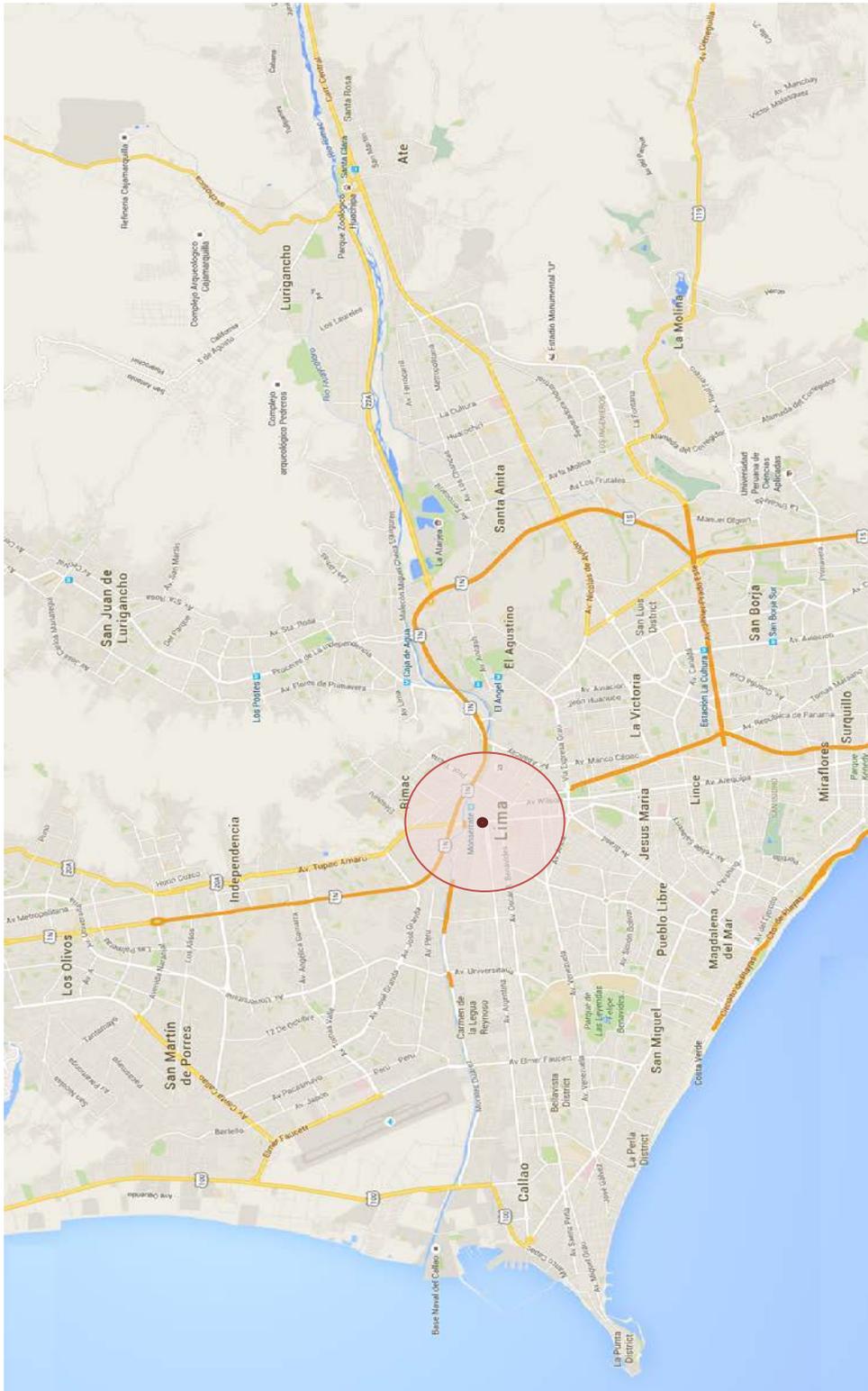


Fuente: Google Maps
Elaboración propia

4.4.3. MAPA DE UBICACIÓN DEL ALMACÉN Y PLANTA

Se ubica el punto coordenado del Método de C.G. y se marca un radio de 3 km.

Gráfico 84 Radio de ubicación del Almacén y Planta de Procesos

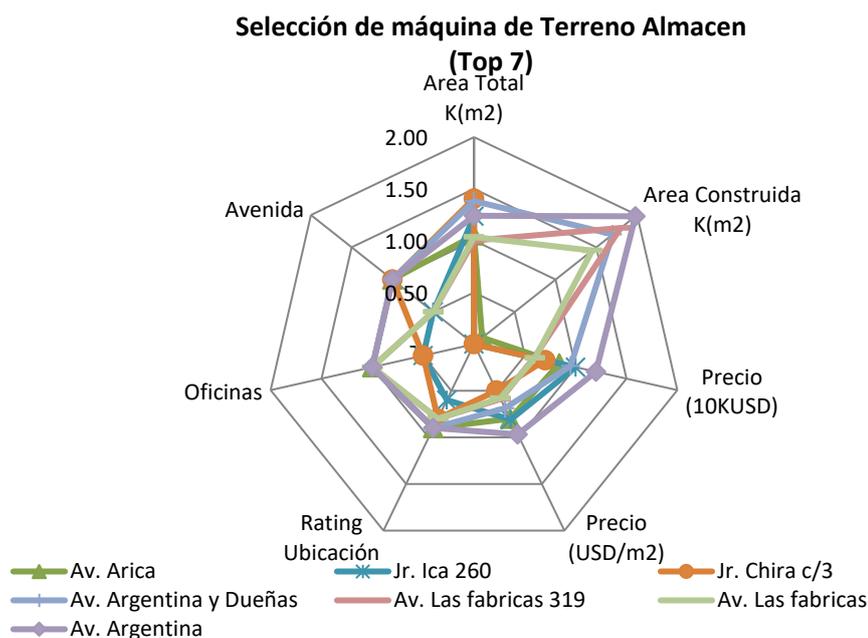


Fuente: Google Maps
Elaboración propia

Opciones para ubicar el Almacén:

Para la ubicación se utilizaron los portales electrónicos más utilizados en búsqueda de viviendas en Lima (Urbania y Adondevivir), con lo cual se realizó un listado de las opciones más adecuadas acorde a los requerimientos del proyecto.

Gráfico 85. Matriz de Selección de Almacén



Al realizar el análisis de las opciones, se optaría por alquilar el predio del Jr. Chira, ubicado en el Rímac, a una cuadra de la Av. Tacna y con una extensión de 1406 m² (900 m² asfaltados) y un precio de 4,9 dólares por metro cuadrado. Para ver el análisis, la ubicación, plano y foto del predio, consultar el Anexo 63. El predio tiene la extensión suficiente para la planta y el almacén capaz de soportar una producción de 20 Tn/día, lo cual se alinea a las metas de producción posteriores al año 5, donde evidentemente se tendrán que hacer ampliaciones.

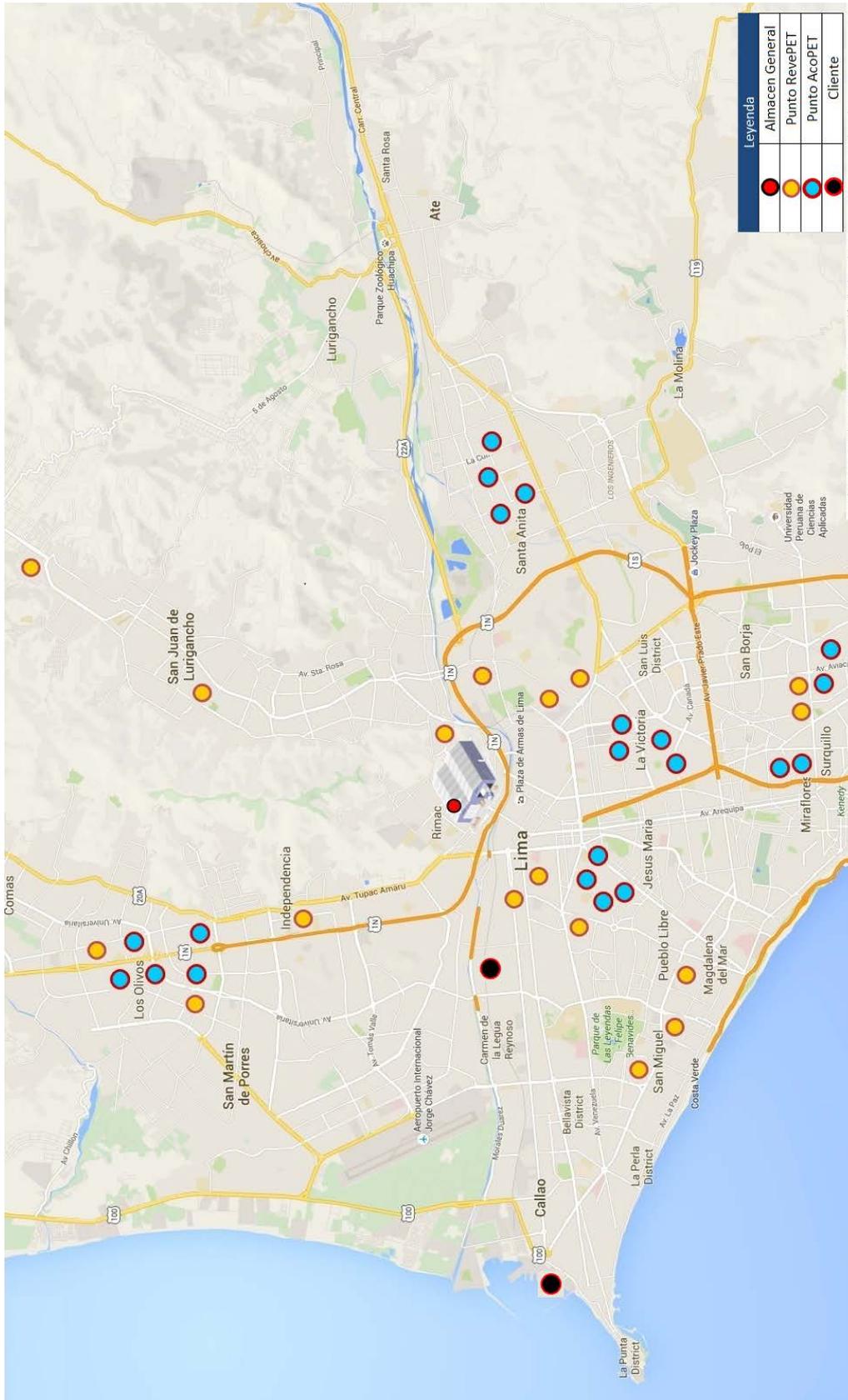
Cuadro 28. Características Generales del Predio Seleccionado.

Almacén	Distrito	Area (m ²)	Dimension X	Dimension Y
Jr. Chira 301	Rimac	1 406	-12,036982	-77,032002

Fuente: Urbania Perú
Elaboración propia

4.5. MAPA DE LA RED DE LA CADENA DE SUMINISTRO

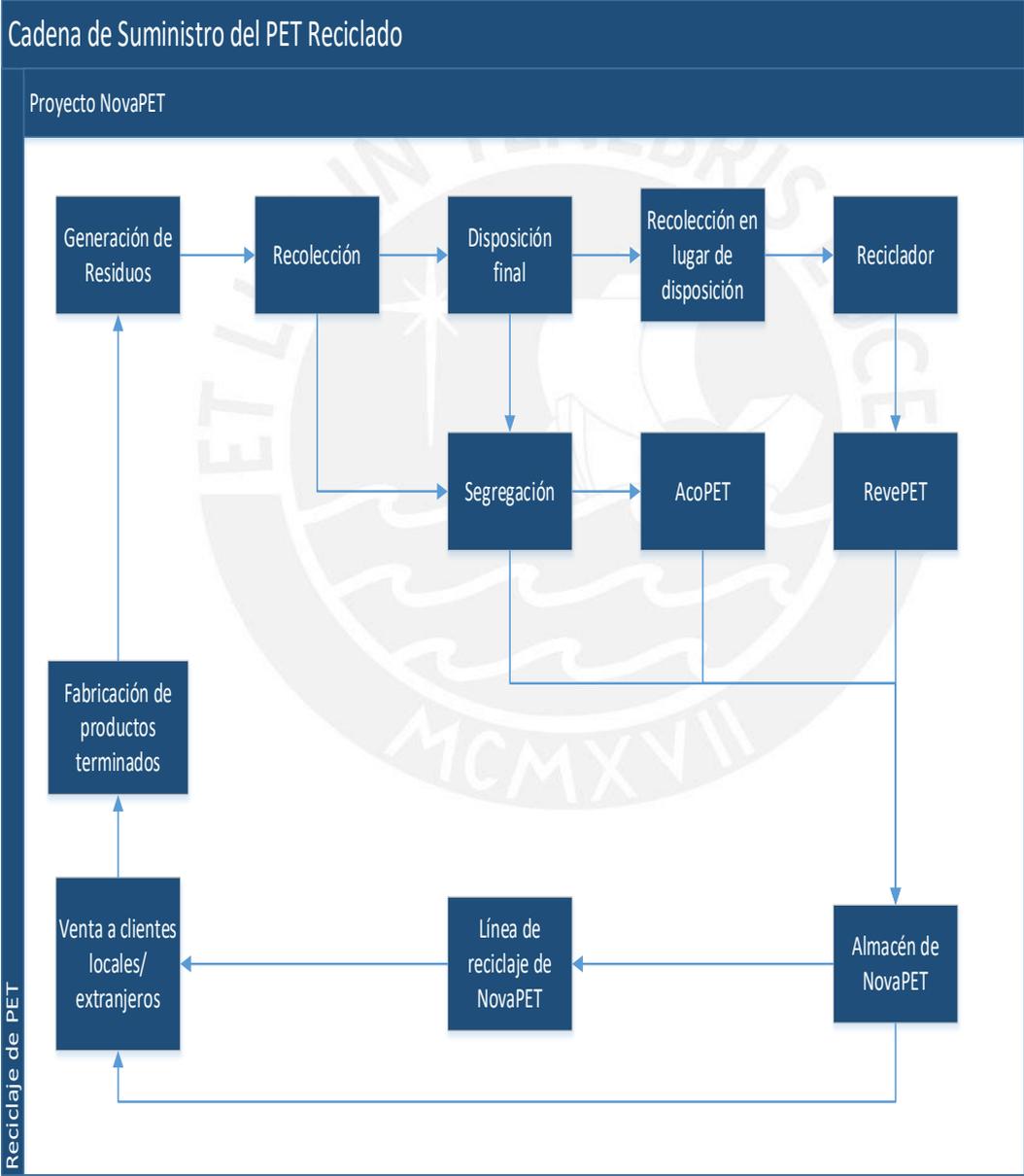
Gráfico 86. Geoubicación de las instalaciones de la SCM



Fuente: Google Maps
Elaboración propia

El mapa de la red de la cadena de suministro del primer año se muestra en el gráfico 86. De igual forma, el resumen de la cadena está disponible en el gráfico 87. Se debe analizar que cuando se habla de reciclador, se refiere a todo tipo de personal natural o jurídica que utilice el servicio, indistintamente de la naturaleza del individuo. Finalmente, es necesario resaltar que entre la fabricación de los productos terminados y la generación de residuos sólidos, existe una infinidad de procesos, los cuales son irrelevantes para este estudio y por lo que no se ahondará en los mismos.

Gráfico 87. Resumen de la Cadena de Suministro del servicio NovaPET

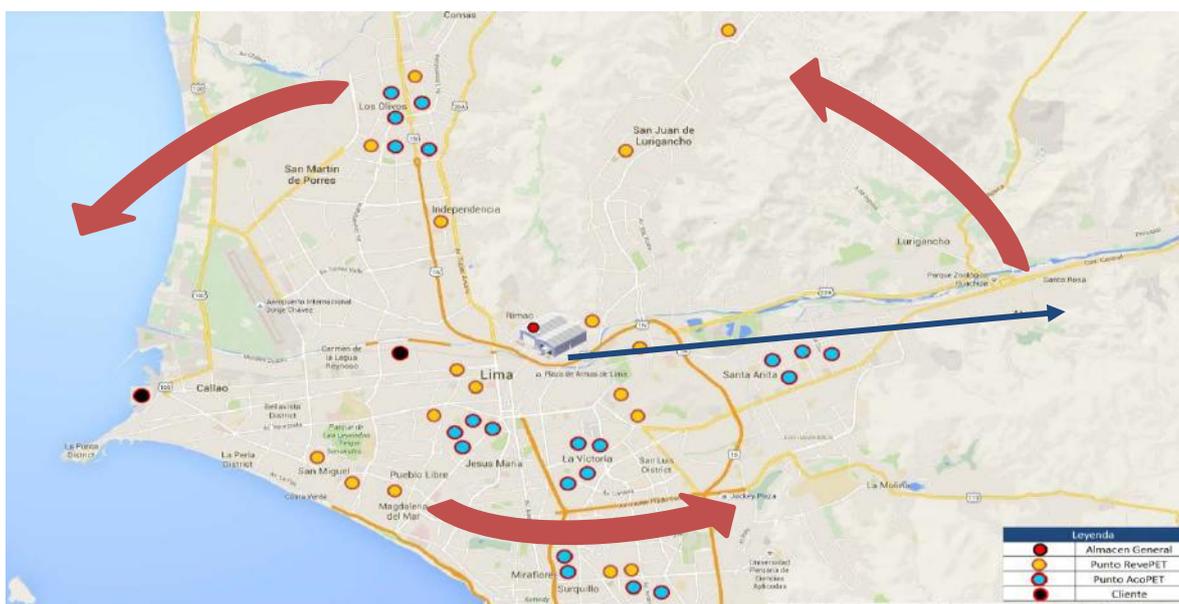


Elaboración propia.

4.6. RUTEO DE LA RED DE SUMINISTRO

Como ya se mencionó en el marco teórico, se utilizará el método del barrido para crear las rutas entre los puntos de acopio y el almacén. Se considera que el ruteo para llevar el producto terminado al cliente será constante durante la vida del proyecto. Si bien hay estacionalidad en los meses de verano por un consumo más intensivo, el exceso de capacidad en los camiones debería compensar estas alteraciones en la oferta (factor de utilización < 90%).

Gráfico 88. Trazo de línea inicial para Ruteo de Camiones



Fuente: Google Maps
Elaboración propia

Se utilizará 4 camiones el primer año, se considera que es suficiente, ya que cada uno tiene capacidad de 7 toneladas, cifra que supera las 5 toneladas diarias que se proyecta recolectar. Sin embargo, la limitante en ese caso es el volumen. En el cuadro 29, se puede constatar que cada camión cuenta con 38 m³, no obstante, debido a las dimensiones de los pallets de RevePET y NovaPET, cada camión solo puede transportar 48 pallets standard, donde con AcoPET se pueden recolectar hasta 2 pallets, mientras que con RevePET se puede llegar a 8 pallets. El análisis del ruteo de los camiones está disponible en el Anexo 64.

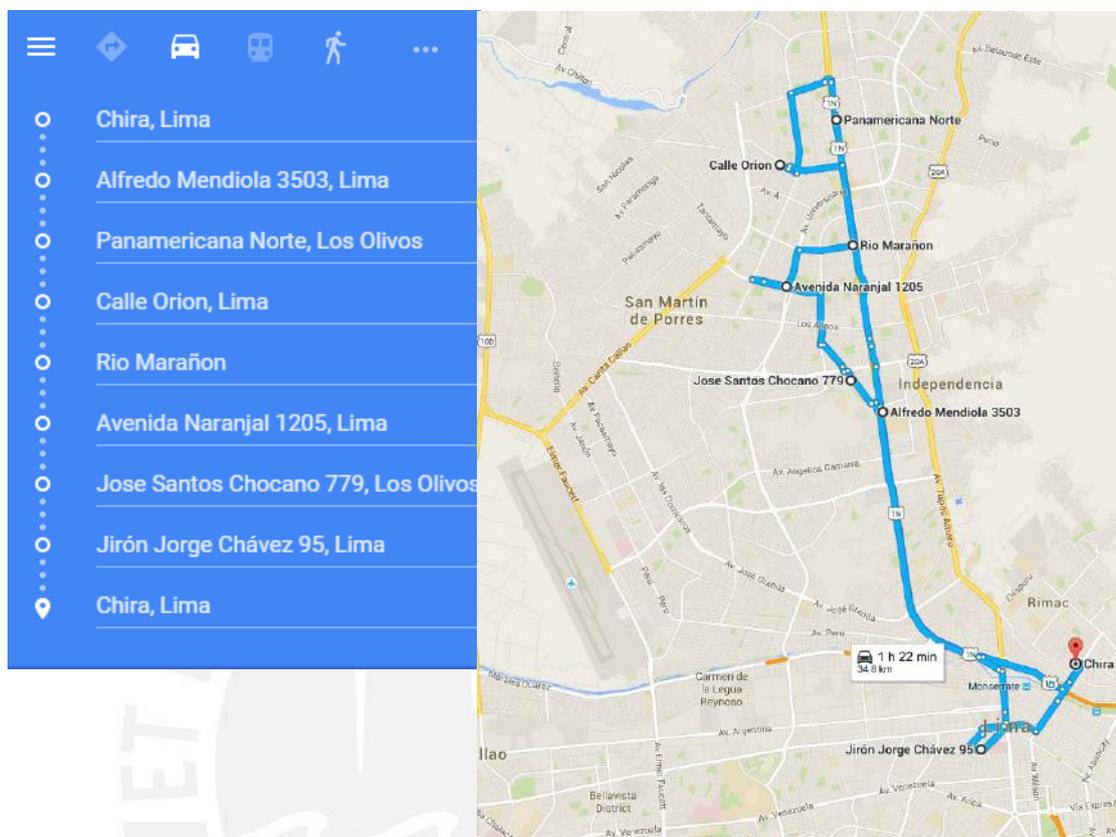
Cuadro 29. Dimensiones y capacidades del Ruteo

	Max Largo	Max Ancho	Max Alto	Número de Pallets	Volumen	Eficiencia	Constante rendimiento K
AcoPET (50%)	7.87	3.57	2.79	48	23.52	61.30%	1
RevePET (50%)	6.20	1.97	1.54	12	26.55	69.19%	4

Elaboración propia

4.6.1. RUTEO DE LOS CAMIONES

Gráfico 89. Ruta del Camión N° 1



Fuente: Google Maps
Elaboración propia

Se ha logrado copar todas las rutas a un 90 % de carga en 4 viajes y dos turnos, considerando un factor de utilización del 80% del volumen total disponible. Para ver los kilómetros, tiempos, cargas y paradas a detalle de las Rutas ver el Anexo 64.

Ruteo de camiones 2, 3 y 4:

El ruteo de los camiones se ha desarrollado con ayuda del software Google Maps, el cual muestra el tiempo y los kilómetros a recorrer, además de la ruta optima en el horario deseado (Ver Gráfico 89). Para ver a detalle el del ruteo designado a cada camión, revisar los anexos:

- ANEXO 65: Ruta del Camión N° 2
- ANEXO 66: Ruta del Camión N° 3
- ANEXO 67: Ruta del Camión N° 4

CAPITULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

5.1. INVERSIÓN EN EL PROYECTO

La inversión en el proyecto está clasificada por inversión en activos tangibles, intangibles y capital de trabajo, el horizonte será de 11 años, y como supuesto se toma en consideración que el proyecto llega a madurez en 5 años debido a que “NovaPET” debe alcanzar todos sus objetivos de demanda e inversión en dicho horizonte. A partir del quinto año se termina el plan de crecimiento departamental y se planea continuar operaciones con miras a optimizar el proceso para aumentar los márgenes operativos con proyección a un crecimiento nacional e incluso regional. Para efectos de acidificar el cálculo, se supone una estacionalidad en la fase de madurez y perpetuidad debido al tipo de negocio.

No existe inversión en terrenos o en edificios, ya que el terreno será alquilado y las construcciones de las oficinas también serán consideradas como alquileres de espacios móviles. Solamente se considera una inversión en edificación, para el acondicionamiento de un espacio del terreno a fines de acondicionar la planta de reciclaje. En el Cuadro 30 se expone el resumen de las inversiones. Todos los precios están expuestos en nuevos soles.

5.1.1. INVERSION EN ACTIVOS FIJOS TANGIBLES

Se considera el CAPEX (inversión en activo fijo para propiedad, equipo y maquinaria) como las principales maquinarias del proyecto (máquinas, camiones, la planta e insumos de oficina).

En el Cuadro 31 se muestra la cantidad de activos fijos tangibles a adquirir en los siguientes 5 años (acumulado) y en el Cuadro 32 se observa el cronograma de inversión para el mismo periodo. Como ya se mencionó en el subcapítulo anterior, a partir del quinto año de operación se considera que el proyecto llega a una etapa de madurez, por lo que a partir del sexto año solo se realizan inversiones en CAPEX de mantenimiento y reposición, los cuales serán estimados en el Flujo de Caja Económico.

Cuadro 30. Inversión en activos Fijos Tangibles en Año 0

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	P/U	IGV	TOTAL
INVERSION FIJA TANGIBLE				1,603,172
Planta de Reciclaje				310,428
Planta e Insumos Químicos	1	263,075	47,353	310,428
Peladora de etiquetas PET	1	21,664	3,900	25,564
Sarando Vibradora	1	11,864	2,136	14,000
Balanza	1	1,661	299	1,960
Montacarga	1	42,712	7,688	50,400
Molino	1	25,271	4,549	29,820
Tina decantadora/separadora	1	14,214	2,558	16,772
Prensa helicoidal secado película molida	1	26,078	4,694	30,772
Lavadora en caliente	1	14,237	2,563	16,800
Calentador de agua	1	5,885	1,059	6,944
Centrifuga y secadora	1	26,695	4,805	31,500
Trituradora (Inc. Juego de cuchillas)	1	15,614	2,810	18,424
Banda transportadora	1	7,119	1,281	8,400
Tablero eléctrico	1	2,966	534	3,500
Afiladora de cuchillas	1	4,722	850	5,572
Acondicionamiento Zona de Planta	1	42,373	7,627	50,000
Maquinaria y Equipo				888,556
Evipco Ultra HDS	17	35,752	109,401	717,188
Acopet	21	6,916	26,141	171,369
Muebles y Enseres				32,938
Desktop Advance Intel Pentium	10	1,859	3,346	21,938
Escritorios Scott Mica	10	678	1,220	8,000
Sillas Mica	10	254	458	3,000
Vehículos				371,250
HIUNDAY HD78	4	78,655	56,631	371,250

Elaboración propia

El crecimiento se da de forma constante con inversiones anuales que provienen del mismo flujo de la operación. Al año 2021 se espera contar con las todas las máquinas implementadas, la planilla completa y la flota de vehículos al 100 %.

Cuadro 31. Cantidad de activos fijos tangibles (Acumulado)

CANTIDAD	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ENVIPCO ULTRA HDS	17	19	22	27	35	44	58
ACOPET	21	23	27	33	43	55	72
HIUNDAY HD78	4	5	6	7	9	12	16
Planta de reciclaje	1	1	1	1	1	1	1
Laptop DELL Core i5	10	11	13	16	18	22	26
Escritorios Scott Mica	10	11	13	16	18	22	26
Sillas Mica	10	11	13	16	18	22	26

Elaboración Propia

Cuadro 32. Cronograma de inversión en CAPEX (Acumulado)⁹

INVERSION	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ENVIPCO ULTRA HDS	717,188	801,563	928,125	1,139,063	1,476,563	1,856,250	2,446,875
ACOPET	171,369	187,689	220,331	269,294	350,898	448,823	587,550
HIUNDAY HD78	371,250	464,063	556,875	649,688	835,313	1,113,750	1,485,000
Planta de reciclaje	310,428	310,428	310,428	310,428	310,428	310,428	310,428
Laptop DELL Core i5	21,938	24,131	28,519	35,100	39,488	48,263	57,038
Escritorios Scott Mica	8,000	8,800	10,400	12,800	14,400	17,600	20,800
Sillas Mica	3,000	3,300	3,900	4,800	5,400	6,600	7,800
TOTAL	1,603,172	1,799,974	2,058,578	2,421,172	3,032,488	3,801,713	4,915,490

Elaboración propia

5.1.2. INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS INTANGIBLES

La inversión en activo intangible se refiere directamente a los costos de constitución legal de la empresa en registros públicos y los posibles gastos en investigación y desarrollo para generar un proyecto de factibilidad. Cabe resaltar que las máquinas operarán con Linux, un software de licencia libre, así como también con el *Polaris View* de *Google* que también utiliza una licencia libre de un paquete de programas muy parecidos al Office.

Cuadro 33. Inversión en activos Fijos Intangibles¹⁰

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	P/U (S/IGV)	IGV	TOTAL
INVERSION FIJA INTANGIBLE				19,355
Registro de patentes, marcas y derechos*	1	1,148	206	1,355
Investigación y desarrollo	1	6,779	1,220	8,000
Elaboración del proyecto	1	5,932	1,067	7,000
Constitución de la empresa	1	2,542	457	3,000

Elaboración propia

En este punto se agregará los gastos preoperativos considerados para el proyecto; además es preciso aclarar que todo este flujo de dinero no será amortizado a través de los años. Se puede ver el detalle de los mismo en el cuadro 34.

⁹ Expresado en nuevos soles¹⁰ Expresado en nuevos soles

Cuadro 34. Gastos Preoperativos

GASTOS PREOPERATIVOS	ENTIDAD	COSTO (S/ IGV)	IGV	COSTO
Estudio de Impacto Ambiental	Privado	4,745	854.24	5,600
Aprobación del estudio de Impacto Amb.	DIGESA	1,006	-	1,006
Opinión técnica favorable del proyecto	DIGESA	800	-	800
Licencia de Funcionamiento	Municipalidad	580	-	580
Registro de empresa comercializadora de RRSS	DIGESA	396	-	396
Legalización de libros contables	Auditora	400	-	400
Impresión de facturas y boletas, rollos de tickets	Imprenta	1,000	-	1,000
INDECI	INDECI	2,800	-	2,800
Sistema contable	CONCAR	7,449	1,340.85	8,790
Diseño pagina web - plataforma	WIX	10,000	1,800.00	11,800
Estudio social - RSE		5,000	900.00	5,900
TOTAL		34,176	4,895	39,071

Montos en Nuevos Soles

Elaboración propia

5.1.3. INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO

Se utilizó el Método de Monto de Diferenciales Máximos para hallar el capital de trabajo, básicamente se calculó la diferencia entre ingresos y egresos de cada periodo para ver en qué momento se toca el máximo déficit diferencial (resultado en el 3 mes de operación), el CT requerido asciende a S/.862, 099. En el Cuadro 35 se indica el año en el que ocurre el desfase, todos los cálculos para todos los años están disponibles en el Anexo 69. Adicionalmente los supuestos para la proyección, están disponibles en el subcapítulo 5.5. Estados Financieros.

Cuadro 35. Calculo del Capital de Trabajo por MDM

	Mes	Ingresos Totales	Egresos	Superávit/Déficit
2015	1		S/. 413,199	S/. -413,199
	2		S/. 448,899	S/. -862,098
	3	S/. 431,359	S/. 358,919	S/. -789,658
	4	S/. 546,880	S/. 492,677	S/. -735,455
	5	S/. 404,496	S/. 343,506	S/. -674,465
	6	S/. 610,671	S/. 403,574	S/. -467,368
	7	S/. 384,914	S/. 375,081	S/. -457,534
	8	S/. 476,274	S/. 426,008	S/. -407,268
	9	S/. 431,029	S/. 455,091	S/. -431,330
	10	S/. 506,938	S/. 389,031	S/. -313,423
	11	S/. 548,571	S/. 402,774	S/. -167,626
	12	S/. 451,877	S/. 372,043	S/. -87,793

MÉTODO DE DIFERENCIALES MÁXIMOS	FECHA	MONTO
CAPITAL DE TRABAJO:	01/02/2015	S/. -862,098.19

Elaboración propia

5.1.4. INVERSIÓN TOTAL

El Cuadro 36 se muestra la inversión total, la cual asciende a S/. 2' 484,625 (Inc. IGV).

INVERSIÓN TOTAL	S/.	2,484,625
Inversión en A.F. Tangible	S/.	1,603,172
Inversión en A.F. Intangible	S/.	19,355
Capital de Trabajo	S/.	862,098

Cuadro 36. Inversión Total del Proyecto

Elaboración Propia

5.2. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Se propone un aporte de capital propio por S/. 500 (20 % de la inversión total), el cual puede provenir de los fondos propios del accionista o a través de un concurso de emprendimiento; y el resto se planea ser captado por financiamiento (S/. 1'984,625). La estructura se plantea de esta manera debido a los límites de fondeo de muchos fondos de inversión para proyectos de inversión de este tipo y no tanto por una optimización del ratio D/C para obtener el mayor EV. Al ser una *start-up* hay diversas oportunidades para financiar el proyecto, sin embargo, se asumirá un crédito financiero MYPE convencional para adoptar un escenario más ácido.

5.2.1. ESTRUCTURA DEL FINANCIAMIENTO

Se realizó un análisis de las posibles oportunidades de financiamiento para el *leasing* y capital de trabajo, para lo cual se escogió las mejores opciones del mercado considerando que no se cuenta con ninguna garantía tangible, más que la del proyecto mismo y los activos que se adquirirán con el fondeo. Las tasas oscilan entre el 6 y 12% para el *leasing*, mientras que para el capital de trabajo se encuentran entre 18 % y 27 %, ambas en nuevos soles, llegando a una tasa ponderada de deuda (Kd) de 12.38 % efectiva anual (Ver Cuadro 37).

Cuadro 37. Detalle de Financiamiento del proyecto

Caja Metropolitana
Leasing

Tasa de para más de S/. 60,000 (i_1)	9.00 %
Monto a financiar (P_1)	S/. 1,603,172
Tiempo (meses)	60
Cuota	Frances
Portes y gravámenes	0.50%

Caja "Credinka"
Capital de Trabajo

Tasa para S/. 100,001 a más (i_2)	27.35 %
Monto a financiar (P_2)	S/. 381,453
Tiempo (meses)	60
Cuota	Frances
Portes y gravámenes	0.50%

Tasa Ponderada: $(i_1 * P_1 + i_2 * P_2)$	12.53%
---	---------------

Elaboración propia

El pago será amortizado en 5 años bajo cuota tipo francés (cuota fija). El detalle mensual del cronograma de pagos de los préstamos está disponible en el Anexo 70 (Cronograma de pagos financieros). El Resumen del Cronograma de pagos está expresado en nuevos soles.

Cuadro 38. Resumen anual de cronograma de pagos

t	Deuda	Amortización	Intereses	Cuota
0	1,984,625	-	-	-
1	1,672,345	312,280	216,607	528,887
2	1,323,812	348,533	180,354	528,887
3	933,535	390,277	138,610	528,887
4	494,919	438,616	90,271	528,887
5	(0)	494,919	33,967	528,887

Elaboración propia.

5.3. PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

A continuación, se muestra los presupuestos de ingresos y egresos del proyecto:

5.3.1. PRESUPUESTO DE INGRESOS DE VENTAS

El presupuesto de ingresos está definido acorde a las proyecciones realizadas en el capítulo 3 y 4, con los precios actuales del mercado y supuestos de precio promedio de los *commodities* (WTI) en el futuro. Los resúmenes de los ingresos son mostrados en el Cuadro 39.

El detalle mensual y desglosado por precio y tonelaje, está disponible en el Anexo 71:
Ingresos NovaPET

Cuadro 39. Resumen de ingresos anuales NovaPET (En soles)

AÑO	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DE LA DEMANDA PROYECTADA	OFERTA PROYECTADA ANUAL	ESTIMADO TN MENSUALES (PRORRATEADO)	PRECIO PROMEDIO PET SCRAP	INGRESOS (Inc. IGV)
2015	4.77%	1,843	154	3,083	5,603,008
2016	4.81%	2,048	171	2,724	5,501,347
2017	5.29%	2,380	198	3,193	7,495,330
2018	6.16%	2,918	243	3,193	9,187,720
2019	7.63%	3,788	316	3,193	11,928,086
2020	9.22%	4,786	399	3,193	15,072,013
2021	11.65%	6,297	525	3,193	19,826,977
2022	10.97%	6,297	525	3,193	19,826,977
2023	10.35%	6,297	525	3,193	19,826,977
2024	9.77%	6,297	525	3,193	19,826,977
2025	9.24%	6,297	525	3,193	19,826,977

Elaboración propia

5.3.2. PRESUPUESTO DE COSTOS

El presupuesto de costos se realizó con la misma proyección de los ingresos y con los precios de compra de materia prima mayorista que se manejan en el país, este es guiado bajo un *spread* frente al precio internacional, el cual está considerado dentro de los supuestos como un 30%.

Presupuesto de Materia Prima Directa

Involucra el precio del principal insumo, el PET en forma de botella desechable. El detalle mensual y desglosado por precio y tonelaje, está disponible en el Anexo 72: Materia Prima Directa NovaPET.

Cuadro 40. Resumen de Costos de Materia Prima Directa

AÑO	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DE LA DEMANDA PROYECTADA	OFERTA PROYECTADA ANUAL	ESTIMADO TN MENSUALES (PRORRATEADO)	PRECIO PROMEDIO PET Botellas (PEN-Kg)	Costo de Materia Prima (Inc. IGV)
2015	5%	1,843	153.57	924.78	1,704,248
2016	5%	2,048	170.63	817.25	1,673,326
2017	5%	2,380	198.36	957.78	2,279,829
2018	6%	2,918	243.15	957.78	2,794,598
2019	8%	3,788	315.67	957.78	3,628,126
2020	9%	4,786	398.87	957.78	4,584,404
2021	12%	6,297	524.71	957.78	6,030,705
2022	11%	6,297	524.71	957.78	6,030,705
2023	10%	6,297	524.71	957.78	6,030,705
2024	10%	6,297	524.71	957.78	6,030,705
2025	9%	6,297	524.71	957.78	6,030,705

Elaboración propia

Presupuesto de Mano de Obra Directa

Para el cálculo de la planilla, se considera un esquema formal con todos los empleados en planilla; donde se le paga al trabajador 12 sueldos, gratificación, CTS y Essalud. En el Gráfico 41 solo se muestra la planilla del primer año de todas las áreas (operativas y no operativas). El detalle completo de todos los años de la planilla está disponible en el Anexo 73: Planilla de trabajadores NovaPET.

Cuadro 41. Planilla completa del primer año de operación

CARGO DEL TRABAJADOR	PLAZAS	REMUNERACIÓN MENSUAL BRUTO (S/.)	REMUNERACIÓN MENSUAL BRUTO (S/.)	REMUNERACIÓN ANUAL (S/.)	GRATIFICACIÓN	CONTRIBUCIONES		TOTAL BRUTO A PAGAR	BRUTO A PAGAR ANUAL X PLAZA	BRUTO A PAGAR MENSUAL X PLAZA
						C.T.S. (8.33%)	ESSALUD (9%)			
Gerente General	1	6,000	6,000	72,000	12,000	7,000	7,560	98,560	98,560	8,213
Jefe de Logística	1	4,000	4,000	48,000	8,000	4,667	5,040	65,707	65,707	5,476
Personal de Marketing	1	2,000	2,000	24,000	4,000	2,333	2,520	32,853	32,853	2,738
Personal contable y finanzas	1	2,000	2,000	24,000	4,000	2,333	2,520	32,853	32,853	2,738
Chofer	5	3,000	15,000	180,000	30,000	17,500	18,900	246,400	49,280	4,107
Personal de operaciones	4	1,000	4,000	48,000	8,000	4,667	5,040	65,707	16,427	1,369
TOTALES AÑO 2015 (S/.)								542,080	295,680	24,640

Elaboración propia

El detalle del personal incluye a todo el personal disponible en planta, almacén y en los camiones. Cabe resaltar que el precio por molienda (tercerizado), incluye el costo de personal de los operarios involucrados en el proceso. En el cuadro 32 se muestra el resumen expresado en nuevos soles.

Cuadro 42. Resumen de Mano de Obra Directa

COSTOS OPERATIVOS	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Costo MOD	131,413	131,413	139,627	139,627	139,627	147,840
COSTOS OPERATIVOS	2021	2022	2023	2024	2025	
Costo MOD	147,840	147,840	147,840	147,840	147,840	

Elaboración propia

Presupuesto de Costos Directos de Producción

Aquí están considerados los otros insumos además de las botellas PET, los costos indirectos de fabricación, el servicio de triturado que será tercerizado (en planta) y los costos de mantenimiento de los equipos AcoPET y RevePET. El detalle mensual, está disponible en el Anexo 74: Costos directos de Fabricación y la proyección 2020-2025 se encuentra en el Anexo 75.

Cuadro 43. Resumen de Costos Directos de Fabricación (Inc. IGV)

COSTOS OPERATIVOS	2015	2016	2017	2018	2019
Juego de cuchillas de hierro (Trituradora)	172,001	191,102	222,164	272,327	353,552
Juego de cuchillas de hierro (Molino)	172,001	191,102	222,164	272,327	353,552
Detergente Industrial	18,874	20,970	24,379	29,883	38,796
Soda cáustica	3,962	4,402	5,118	6,273	8,144
Big Bags	1,935	2,150	2,499	3,064	3,977
Servicio de triturado	624,732	694,108	806,931	989,130	1,284,152
Costos Logísticos	156,000	234,000	273,000	351,000	468,000
Costos de Insumos de Planta	62,400	69,330	80,599	98,797	128,265
Costo Maquinaria y Equipos Planta	43,957	44,836	45,732	46,647	47,580
COSTO OTROS CIF	6,593	6,725	6,860	6,997	7,137
TOTAL	1,393,869	1,590,138	1,829,072	2,216,072	2,832,783

COSTOS DE MANTENIMIENTO	2015	2016	2017	2018	2019
Mantenimiento de Maquinas (Revepet)	35,859	40,078	46,406	56,953	73,828
Mantenimiento de Maquinas (AcoPet)	8,568	9,384	11,017	13,465	17,545
Mantenimiento de Vehiculos	18,563	23,203	27,844	32,484	41,766
TOTAL	62,990	72,666	85,267	102,902	133,139

Elaboración propia

Presupuesto de Depreciación y Amortización

La depreciación del activo fijo y la amortización del intangible fijo, es considerada como un costo de bienes vendidos impactando directamente en el margen bruto. En el Cuadro 44 y 45 se puede observar los montos depreciados y amortizados en cada año y el valor en libros de los activos.

Para mayor referencia de este punto revisar los siguientes anexos:

- El detalle de reglas de depreciación, monto depreciable, altas, bajas y valor neto en libros consultar el Anexo 76: Depreciación.
- El detalle de reglas de amortización, monto amortizable, altas, bajas y valor neto en libros consultar el Anexo 77: Amortización.

Cuadro 44. Depreciación de Activos Fijos¹¹

Fecha	Saldo Inicial Periodo	Cargo Anual de Depreciación	Depreciación Acumulada	Valor Neto en los Libros
31/12/2014				1,358,620
31/12/2015	1,358,620	242,625	242,625	1,282,776
31/12/2016	1,282,776	275,702	518,328	1,226,230
31/12/2017	1,226,230	318,975	837,303	1,214,537
31/12/2018	1,214,537	379,595	1,216,897	1,353,008
31/12/2019	1,353,008	482,649	1,699,547	1,522,244
31/12/2020	1,522,244	398,383	2,097,930	2,067,740
31/12/2021	2,067,740	553,245	2,651,175	1,514,495
31/12/2022	1,514,495	510,530	3,161,705	1,003,965
31/12/2023	1,003,965	450,748	3,612,453	553,217
31/12/2024	553,217	348,252	3,960,704	204,965
31/12/2025	204,965	191,009	4,151,713	13,957

Elaboración propia

¹¹ Montos expresados en nuevos soles.

Cuadro 45. Amortización de Intangibles*

Año i	Saldo Inicial Periodo i	Cargo Anual de Amortización	Amortización Acumulada	Valor Neto en los Libros
2014	-			16,402.71
2015	16,402.71	3,280.54	3,280.54	13,122.17
2016	13,122.17	3,280.54	6,561.08	9,841.63
2017	9,841.63	3,280.54	9,841.63	6,561.08
2018	6,561.08	3,280.54	13,122.17	3,280.54
2019	3,280.54	3,280.54	16,402.71	-
2020	-	-	16,402.71	-
2021	-	-	16,402.71	-

*Montos expresados en nuevos soles.

Elaboración propia

5.3.3. PRESUPUESTO DE GASTOS

A continuación, se detallan los gastos en los que se incurrirán a través del proyecto:

Presupuesto de gastos administrativos

En los gastos administrativos están considerados, los sueldos administrativos, ver anexo 73, los gastos de alquiler del terreno y las oficinas, además de los servicios administrativos de las oficinas y otros gastos. El detalle mensual se presenta en el Anexo 78 y la proyección 2021-2025 se encuentra en el Anexo 79.

Cuadro 46. Presupuesto de Gastos Administrativos (Inc. IGV)

GASTOS ADMINISTRATIVOS	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sueldo administrativo	131,413	156,053	156,053	172,480	172,480	175,765
Alquiler Terreno	283,500	289,170	294,953	451,279	460,304	469,510
Alquiler Oficinas	19,599	19,991	20,391	31,198	31,822	32,459
Impuestos Municipales	24,000	24,480	24,970	38,203	38,968	39,747
Agua de Oficinas y Baños	1,800	2,000	2,325	2,850	3,700	4,675
Electricidad de Oficinas	1,800	2,000	2,325	2,850	3,700	4,675
Internet y Telefonica Fija	4,667	4,760	4,855	4,952	5,051	5,153
Seguridad	10,200	10,404	21,224.16	21,649	22,082	22,523
Limpieza	10,200	10,404	10,612	10,824	11,041	11,262
Impuesto Vehicular	3,375	4,218.75	5,063	3,375	1,688	-
Revisión técnica vehicular	-	-	-	3,375	4,050	4,725
SOAT	1,350	2,025	2,363	3,038	4,050	5,400
Hosting Plataforma web	4,050	4,131	4,214	4,298	4,384	4,472
Uniformes	1,000	1100	1,400	1,700	2,100	2,600
Tramites y licencias asociación - RSE	6,000	6,120	6,242	6,367	6,495	6,624
Otros gastos administrativos	10,200	11,333	13,175	16,150	20,966	26,493
TOTAL	513,154	548,190	570,165	774,588	792,880	816,082

Elaboración propia

Presupuesto de gastos de servicios de terceros

Los gastos de servicios de terceros corresponden a los servicios tercerizados como

- Outsourcing Contable
- Outsourcing Financiero
- Outsourcing Legal
- Outsourcing Logístico

El detalle mensual se presenta en el Anexo 80.

Cuadro 47. Presupuesto de Gastos de servicios de terceros (Inc. IGV)

SERVICIOS DE TERCEROS	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Servicios de Terceros	840,076	825,202	1,124,299	1,378,158	1,378,158	1,378,158
TOTAL	840,076	825,202	1,124,299	1,378,158	1,378,158	1,378,158
SERVICIOS DE TERCEROS	2021	2022	2023	2024	2025	
Servicios de Terceros	1,378,158	1,378,158	1,378,158	1,378,158	1,378,158	
TOTAL	1,378,158	1,378,158	1,378,158	1,378,158	1,378,158	

Elaboración propia

Presupuesto de gastos de ventas

El presupuesto de los gastos de ventas corresponde a la planilla del personal de ventas, la comisión de ventas a asignar, al dueño del emplazamiento, como también gastos relacionados a las campañas publicitarias a desarrollar.

El detalle mensual se presenta en el Anexo 81.

Cuadro 48. Presupuesto de Gastos de Ventas (Inc. IGV)

GASTOS DE VENTAS	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Comisiones ventas	284,041	275,067	379,972	465,766	604,688	764,067
Sueldo ventas	32,853	36,139	36,139	41,067	45,995	45,995
Material publicitario	10,500	10,710	10,924	5,571	5,683	5,796
TOTAL	327,395	321,916	427,034	512,404	656,365	815,858
GASTOS DE VENTAS	2021	2022	2023	2024	2025	
Comisiones ventas	991,349	991,349	991,349	991,349	991,349	
Sueldo ventas	49,280	49,280	49,280	49,280	49,280	
Material publicitario	5,912	6,031	6,151	6,274	6,400	
TOTAL	1,046,541	1,046,659	1,046,780	1,046,903	1,047,029	

Elaboración propia

5.4. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio se define como el número de toneladas diarias para que la suma de las ventas sea igual a los egresos totales de los costos fijos y variables. El punto de equilibrio se da en 3.27 Tn/diarias en el primer año de operación (Ver Cuadro 49). Acorde al presupuesto de ingresos, se debería llegar a esta cifra en el 1Q del 2015.

Cuadro 49. Cálculo de Punto de Equilibrio

Año i	Precio de Venta	Costo Variable	Costos Fijos	Punto de Equilibrio (Tn-día)	Punto de Equilibrio (Soles-día)
2015	3,083	784	2,703,988	3.27	10,072
2016	2,724	693	2,895,220	3.96	10,784
2017	3,193	812	3,466,406	4.04	12,911
2018	3,193	812	4,272,301	4.98	15,913
2019	3,193	812	4,957,203	5.78	18,464
2020	3,193	812	5,768,866	6.73	21,488
2021	3,193	812	6,793,880	7.93	25,305
2022	3,193	812	6,806,892	7.94	25,354
2023	3,193	812	6,820,701	7.96	25,405
2024	3,193	812	6,832,453	7.97	25,449
2025	3,193	812	6,844,440	7.99	25,494

Elaboración propia

5.5. ESTADOS FINANCIEROS

Para la proyección de los EEEF, se ha considerado los supuestos del Anexo 82. También es necesario resaltar que no habrá cambios en el patrimonio y por política interna se considera que la reserva legal debe llegar al 50% del capital emitido y suscrito. Asimismo, se emitirán 500,000 acciones con el valor nominal de S/. 1.00, bajo un único accionista. La proyección se realiza por 11 años de operación, sin embargo, el proyecto llega a madurez en el año 5, y la intención es vender la empresa en cualquiera de los años después del sexto periodo (2021). Todos los montos son expresados en miles de nuevos soles peruanos.

5.5.1. BALANCE GENERAL

En el Cuadro 50 se encuentra el Balance General Proyectado 2015-2025; es necesario indicar que no habrá repartición de dividendos hasta el año 5 por política interna de trabajo; además el capital no será aperturado a mas accionistas en los primeros 5 años; así mismo el crédito no deberá ser renovado al quinto año. Todas estas medidas se toman bajo la posibilidad de desinversión total en el año 6.

Cuadro 50. Balance General Proyectado (Expresado en miles de soles)

	31/12/2015	31/12/2016	31/12/2017	31/12/2018	31/12/2019	31/12/2020	31/12/2021
ACTIVOS	3,751	4,214	5,530	6,925	9,326	12,947	18,971
ACTIVOS CORRIENTES	2,455	2,978	4,308	5,568	7,804	10,879	17,456
Efectivo Operativo	185	182	247	303	394	497	654
Exceso de Caja	866	1,418	2,183	2,963	4,421	6,605	11,834
Cuentas por cobrar	921	904	1,232	1,510	1,961	2,478	3,259
Inventarios	461	452	616	755	980	1,239	1,630
Gastos pagados por adelantado	22	22	30	37	48	60	79
ACTIVOS NO CORRIENTES	1,296	1,236	1,221	1,356	1,522	2,068	1,514
Propiedad, planta y equipo	1,525	1,745	2,052	2,570	3,222	4,166	4,166
Menos: Depreciación Acumulada	243	518	837	1,217	1,700	2,098	2,651
Propiedad, planta y equipo, neto	1,283	1,226	1,215	1,353	1,522	2,068	1,514
Intangibles	16	16	16	16	16	16	16
Menos: Amortización Acumulada	3	7	10	13	16	16	16
Intangible neto	13	10	7	3	-	-	-
PASIVOS	2,214	1,898	1,641	1,353	1,055	728	975
PASIVOS CORRIENTES	541	574	708	858	1,055	728	975
Cuentas por pagar	147	145	197	241	313	395	520
Pagarés por pagar							
Obligaciones Financieras de CP	312	349	390	439	495	-	-
Gasto acumulado	41	40	55	67	87	110	145
Impuestos sobre las rentas	-	-	11	44	73	113	165
Otros pasivos circulantes	41	40	55	67	87	110	145
PASIVOS NO CORRIENTES	1,672	1,324	934	495	(0)	-	-
Obligaciones financieras de LP	1,672	1,324	934	495	(0)	-	-
PATRIMONIO	1,538	2,316	3,888	5,572	8,270	12,219	17,996
Capital social	500	500	500	500	500	500	500
Reserva legal	-	104	182	339	339	339	339
Resultados acumulados	-	934	1,634	3,049	4,733	7,431	11,380
Utilidad(Perdida) del ejercicio	1,038	778	1,572	1,683	2,698	3,948	5,778

Elaboración propia

5.5.2. ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS

Cuadro 51. Estado de ganancias y pérdidas (Expresado en miles de soles)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Venta de PET Flake	5,603	5,501	7,495	9,188	11,928	15,072	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827
Costo de los bienes vendidos	(2,925)	(3,106)	(3,877)	(4,716)	(6,074)	(7,454)	(9,615)	(9,574)	(9,515)	(9,413)	(9,257)
UTILIDAD BRUTA	2,678	2,395	3,619	4,471	5,854	7,618	10,212	10,253	10,312	10,414	10,570
Gastos Administrativos	(435)	(465)	(483)	(656)	(672)	(692)	(728)	(740)	(753)	(763)	(774)
Gastos de Servicios de Terceros	(712)	(699)	(953)	(1,168)	(1,168)	(1,168)	(1,168)	(1,168)	(1,168)	(1,168)	(1,168)
Gastos de Ventas	(277)	(273)	(357)	(429)	(549)	(683)	(887)	(887)	(887)	(887)	(887)
UTILIDAD OPERATIVA	1,254	958	1,825	2,218	3,465	5,076	7,429	7,458	7,504	7,595	7,740
Gastos por Intereses	(217)	(180)	(139)	(90)	(34)	-	-	-	-	-	-
Otros Ingresos (gastos)	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
UAIR	1,038	778	1,687	2,128	3,431	5,077	7,430	7,459	7,505	7,596	7,741
Impuestos sobre la renta	-	-	(115)	(445)	(733)	(1,128)	(1,652)	(1,731)	(1,743)	(1,767)	(1,804)
UTILIDAD NETA	1,038	778	1,572	1,683	2,698	3,948	5,778	5,728	5,762	5,829	5,937
Utilidad por acción (en nuevos soles)	0.002	0.002	0.003	0.003	0.005	0.008	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012

Elaboración propia

5.5.3. FLUJO DE CAJA

Flujo de caja del IGV

Cuadro 52. Flujo de caja del IGV (Expresado en miles de soles)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
VENTAS											
IGV Ventas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total IGV Ventas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPRAS											
Inversiones	379,011	35,424	46,549	65,267	110,037	138,460	-	-	-	-	-
IGV A.F. Tangibles	244,552	35,424	46,549	65,267	110,037	138,460	-	-	-	-	-
IGV A.F. Intangibles	2,952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGV Capital de Trabajo	131,507	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Operaciones	4,895	407,749	423,678	535,506	670,541	848,596	1,056,038	1,333,048	1,335,139	1,337,368	1,339,222
IGV Compras MP	-	259,970	255,253	347,771	426,295	553,443	699,316	919,938	919,938	919,938	919,938
IGV CIF	-	96,274	115,610	133,574	164,794	213,844	273,420	327,462	327,613	327,767	327,924
IGV Gastos Administrativos	-	49,903	51,180	52,495	78,602	80,442	82,418	84,746	86,668	88,724	90,402
IGV Gastos de Ventas	-	1,602	1,634	1,666	850	867	884	902	920	938	957
IGV Gastos Preoperativos	4,895	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Financiero	-	23,076	18,737	14,006	8,851	3,231	-	-	-	-	-
IGV Leasing	-	23,076	18,737	14,006	8,851	3,231	-	-	-	-	-
Total IGV Compras	383,906	466,249	488,963	614,779	789,429	990,287	1,056,038	1,333,048	1,335,139	1,337,368	1,339,222
Diferencia	383,906	466,249	488,963	614,779	789,429	990,287	1,056,038	1,333,048	1,335,139	1,337,368	1,339,222
Crédito Fiscal	383,906	466,249	488,963	614,779	789,429	990,287	1,056,038	1,333,048	1,335,139	1,337,368	1,339,222
IGV por pagar	(383,906)	(466,249)	(488,963)	(614,779)	(789,429)	(990,287)	(1,056,038)	(1,333,048)	(1,335,139)	(1,337,368)	(1,339,222)
SFMB	-	383,906	466,249	488,963	614,779	789,429	990,287	1,056,038	1,333,048	1,335,139	1,337,368

Elaboración propia

Cuadro 53. Flujo de caja económico (Expresado en miles de soles)

Inversión	Proyectado		Proyectado		Proyectado		Proyectado		Proyectado		Proyectado		Proyectado	
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025		
Venta de PET Flake	-	5,603	5,501	7,495	9,188	11,928	15,072	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	
SALES	-	5,603	5,501	7,495	9,188	11,928	15,072	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	
Costo de Ventas		(3,161)	(3,336)	(4,194)	(5,114)	(6,594)	(8,326)	(10,693)	(10,694)	(10,695)	(10,697)	(10,698)	(10,698)	
COSTS	-	(3,161)	(3,336)	(4,194)	(5,114)	(6,594)	(8,326)	(10,693)	(10,694)	(10,695)	(10,697)	(10,698)	(10,698)	
GROSS MARGIN	-	2,442	2,165	3,301	4,074	5,334	6,747	9,134	9,133	9,132	9,130	9,129	9,129	
Gastos Administrativos		(513)	(548)	(570)	(775)	(793)	(816)	(859)	(873)	(888)	(901)	(914)	(914)	
Gastos de Ventas		(327)	(322)	(422)	(506)	(648)	(805)	(1,047)	(1,047)	(1,047)	(1,047)	(1,047)	(1,047)	
Gastos de Terceros		(840)	(825)	(1,124)	(1,378)	(1,378)	(1,378)	(1,378)	(1,378)	(1,378)	(1,378)	(1,378)	(1,378)	
Otros Ingresos/ Egresos		384	466	489	615	790	991	1,057	1,334	1,336	1,338	1,340	1,340	
EBITDA	-	1,145	936	1,674	2,031	3,305	4,738	6,907	7,168	7,154	7,143	7,130	7,130	
(-) Depreciación		(243)	(276)	(319)	(380)	(483)	(398)	(553)	(511)	(451)	(348)	(191)	(191)	
(-) Amortización		(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	-	-	-	-	-	-	-	
EBIT	-	900	657	1,352	1,648	2,819	4,339	6,353	6,658	6,703	6,794	6,939	6,939	
Impuesto a la Renta		-	-	(115)	(445)	(733)	(1,128)	(1,652)	(1,731)	(1,743)	(1,767)	(1,804)	(1,804)	
SMFB (Δ IGV)		384	466	489	615	789	990	1,056	1,333	1,335	1,337	1,339	1,339	
NOPAT	-	1,283	1,124	1,726	1,818	2,875	4,201	5,758	6,260	6,296	6,365	6,474	6,474	
(+) Depreciación		243	276	319	380	483	398	553	511	451	348	191	191	
(+) Amortización		3	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	
OPERATIVE CF	-	1,529	1,403	2,049	2,200	3,361	4,600	6,311	6,770	6,746	6,713	6,665	6,665	
Capital de Trabajo		862	1,360	1,334	1,808	2,186	2,822	3,546	4,640	4,639	4,636	4,632	4,632	
(+/-) CAPITAL	(862)	(498)	26	(474)	(378)	(636)	(724)	(1,102)	8	1	2	4	4	
Terrenos														
Construcciones	(50)													
Maquinaria	(1,553)	(197)	(259)	(363)	(611)	(769)	(1,114)	-	-	-	-	-	-	
(-) FIXED ASSET	(1,603)	(197)	(259)	(363)	(611)	(769)	(1,114)	-	-	-	-	-	-	
Intangibles	(19)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(-) INTANGIBLE ASSET	(19)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FCE	(2,485)	835	1,170	1,212	1,211	1,956	2,762	5,209	6,778	6,748	6,716	6,669	6,669	

Elaboración propia

Cuadro 54. Flujo de caja financiero (Expresado en miles de soles)

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Deuda	1,985											
Amortización		312	349	390	439	495	-	-	-	-	-	-
Intereses		217	180	139	90	34	-	-	-	-	-	-
Escudo Fiscal		61	50	37	24	9	-	-	-	-	-	-
FCF	(500)	367	691	721	707	1,436	2,762	5,209	6,778	6,748	6,716	6,669

Elaboración propia

Cuadro 55. Resumen de Flujo de Caja Libre de la Firma (Expresado en miles de soles)

Consolidado	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ingresos	-	5,603	5,501	7,495	9,188	11,928	15,072	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827
OPEX	-	(4,458)	(4,565)	(5,821)	(7,157)	(8,623)	(10,334)	(12,920)	(12,659)	(12,673)	(12,684)	(12,697)
EBITDA		1,145	936	1,674	2,031	3,305	4,738	6,907	7,168	7,154	7,143	7,130
(-) Depreciación		243	276	319	380	483	398	553	511	451	348	191
(-) Amortización		3	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-
EBIT		900	657	1,352	1,648	2,819	4,339	6,353	6,658	6,703	6,794	6,939
(-) Impuestos sobre EBIT*		-	-	(115)	(445)	(733)	(1,128)	(1,652)	(1,731)	(1,743)	(1,767)	(1,804)
(+) Depreciación y Amortización		246	279	322	383	486	398	553	511	451	348	191
(-) Δ Capital de Trabajo		(862)	(498)	(474)	(378)	(636)	(724)	(1,102)	8	1	2	4
(-) CAPEX		(1,603)	(197)	(363)	(611)	(769)	(1,114)	-	-	-	-	-
FCF	- 2,465	451	703	773	597	1,166	1,772	4,153	5,445	5,412	5,378	5,330

Elaboración propia

5.5.4. IMPUESTO A LA RENTA

En la actual normatividad tributaria del Perú existen dos sistemas de arrastre de pérdidas. El sistema "A" implica que las pérdidas de cada periodo se pueden compensar hasta en un periodo máximo de los 04 años posteriores a su origen, luego del cual, de quedar un saldo, este se pierde (no compensable). El sistema "B" implica que las pérdidas se pueden compensar sin un plazo límite; no obstante, cada año como máximo se podrá compensar hasta el 50% de la utilidad imponible del periodo. Se utiliza el sistema "A".

El detalle del arrastre de crédito fiscal, utilizando el Método A para el flujo de caja presentado en el acápite 5.5.3., esta mostrado en el Anexo 88: Impuesto a la renta Método A.

5.6. COSTO PROMEDIO PONDERADO DEL CAPITAL

Se utilizará el modelo de valorización de activos de capital (CAPM) para determinar el costo oportunidad de los inversionistas del proyecto. Para efectos de Perú se moldeará la prima de riesgo país con un factor de correlación entre el mercado estadounidense (S&P) y el mercado peruano (ISBVL). En el cuadro 56 se muestra a detalle el cálculo del C.P.P.C.

Cuadro 56. Cálculo del costo promedio ponderado del capital

Variable	Símbolo	Valor	Fuente
Costo del patrimonio accionista			
Tasa Libre de Riesgo	Rf	2.47%	Prom. Logaritmo natural de los Bonos USAY10 (2009-2015)
Beta desapalancado	Boa	0.82	Fuente: Damodaran - Beverage Industries
Relación Deuda Capital	(D/C)	3.97	Relación deuda/capital propio
Tasa Impositiva	(tx)	0.28	SUNAT
Beta Apalancado	B	3.15	$Ba = Boa*(1+D/C*(1-tx))$
Riesgo del mercado	Rm	9.17%	Promedio rendimientos S&P 500 anuales - T BOND 10 Y
Desv Estan rend Diarios BVL	σx	1.30%	Fuente: Yahoo Finances
Desv Estan rend Diarios S&P 500	σusa	1.01%	Fuente: BVL
Prima de riesgo de mercado	PRM	6.71%	Rendimiento esperado del mercado sobre letras del tesoro
Riesgo Pais	RP	1.75%	Promedio Artimético EMBIG Peru 2009 - 2015
Costo de patrimonio propio	Ke	0.31	$Ke=(Rf+Rs)+\beta*(\sigma x/\sigma usa)*(E(Rm-Rf))$
Costo de la deuda			
Costo de la deuda antes de IR	Kd(bt)	12.53%	Kd (Promedio ponderado en Soles)
Impuesto corporativo	t	28.00%	SUNAT
Costo de la Deuda	Kd(at)	0.09	$Kd(at)=Kd(bt)*(1-t)$
WACC			
Patrimonio a Capital Total	We	20.12%	
Costo de patrimonio propio	Ke	31.43%	
Deuda a Capital Total	Wd	79.88%	
Costo de la Deuda	Kd(at)	9.02%	
CPPC	WACC	13.53%	$WACC= We*Ke+Wd*Kd(at)$

Elaboración propia.

5.7. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

Se descuenta el flujo libre de la firma a una tasa WACC durante los 11 años, a pesar que el préstamo termina en el año 5. Esto para darle una mayor acidez al cálculo. Se evalúa como una empresa con operaciones continuas después del año 2025 con tasa de crecimiento a perpetuidad (g) de 0.5%, por lo que no se supone una liquidación de la empresa sino un descuento con perpetuidad. El cálculo completo de la valorización está disponible en el Anexo 65.

Cuadro 57. Valorización del flujo de caja libre de la firma

NovaPET S.A. - Valor por FCLF (PEN, ml)	
VP del FCL @	13.53%
Tasa de crecimiento perpetuidad @	0.5%
Valoración	
VP del FCLF	9,018
VP del Valor Terminal (Constante)	41,111
Valor de la Firma (Enterprise Value)	50,129
(-) Deuda Financiera	-
(+) Caja y equivalentes de efectivo	37,261
(+) Activos no Operacionales	-
(-) Contingentes	-
Valor Patrimonial (Equity Value)	87,390
EV/EBITDA	7.03

Elaboración propia

Cuadro 58. Indicadores económicos y financieros del FCLF

Indicadores Económicos FCLF		Indicadores Financieros FCLF	
VAN	9,018.002	VAN Financiera	13,621
TIR	44%	TIR Financiera	120%
PR	5 años		
B/C	4.66		

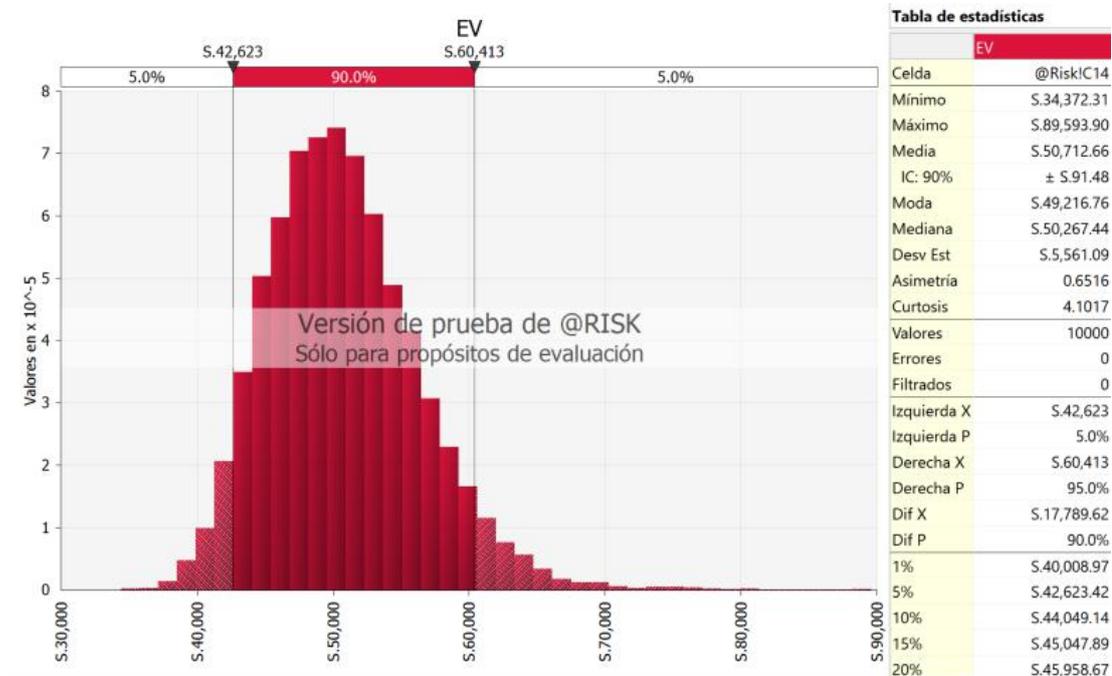
Elaboración propia

El proyecto presenta un VAN > 0, un TIR > WACC, un periodo de retorno menor al de la vida del proyecto y una relación de beneficio / costo mayor a 1. Por lo tanto, se puede asegurar la viabilidad del proyecto.

5.7.1. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el Cuadro 59, se puede apreciar que con un nivel de confianza del 90% en EV se mantiene entre S/. 42.6 MM y S/. 60.4 MM, resultados obtenidos a través de una simulación de 10,000 iteraciones, sensibilizando la tasa de descuento (WACC) y la tasa de crecimiento (g) con una distribución normal y una desviación estándar de 1.35 y 0.005 respectivamente. Adicionalmente se aprecia que existe mayor sensibilidad respecto a la tasa de descuento que frente a la tasa de crecimiento con perpetuidad, el informe completo del análisis se encuentra disponible en el Anexo 91.

Cuadro 59. Distribución del Análisis de Sensibilidad



Elaboración propia

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después del análisis realizado en la investigación se pueden desprender las siguientes conclusiones:

1. El mercado se encuentra en el inicio de una inminente expansión debido a la nueva ley B2B, descrita en el entorno legal, que fue aprobada el 2015 y que permitirá producir nuevas botellas para el consumo humano con las botellas recicladas. La proyección de la demanda ha sido conservadora (crecimiento de 2% a partir del 2015) para darle más respaldo a la viabilidad del proyecto en sí, ya que se plantea captar menos del 10% la oferta actual de residuos sólidos de PET en el primer año de operación, sin embargo, al 2014 cerca del 40% de los desechos reciclables nunca son recuperados y es esa cuota de mercado la que se desea abarcar para el 2021.
2. El proyecto se concentró en optimizar la cadena de suministro en su primer punto (recolección en fuente), donde existen la mayor cantidad de pérdidas de material, y que mediante las nuevas tecnologías de recolección AcoPET y RevePET es posible lograr una reducción de costo logístico gracias a la trituración y/o compactación de las botellas, comprimiéndolas de 8 % hasta 45 % de su volumen inicial en fuente.
3. Inicialmente se realizó un estudio macro geográfico para determinar los distritos de mayor potencial para el proyecto, resultando en 21 emplazamientos AcoPET distribuidas en Los Olivos, Breña, La Victoria, Santa Anita y Surquillo, como también 17 máquinas RevePET distribuidos en grifos PRIMAX, socio estratégico del proyecto, en San Juan de Lurigancho, Surquillo, Lima Cercado, El Agustino (único distrito con grifos independientes como socios estratégicos), Los Olivos y San Miguel. Posteriormente, se hizo un análisis a detalle de cada distrito para seleccionar los lugares óptimos de emplazamiento de las máquinas y un análisis de centro de gravedad para ubicar el centro de operaciones en el distrito del Rímac, además de optimizar el ruteo para reducir los costos logísticos y transportar la mayor cantidad de PET con márgenes superiores que los principales competidores del mercado.
4. Para la operación se requieren 4 camiones en el primer año, los cuales a doble turno recolectarán cerca de 5.2 Tn diarias de PET desde los puntos de recolección, hasta llegar a las 17.9 Tn el 2021 con una flota de 16 camiones y 58 máquinas RevePET.

5. En los centros de AcoPET se destinarán los ingresos a los grupos urbanos cercanos a la zona y en la gran mayoría de veces, a la municipalidad del distrito donde se encuentran ubicados. Para el caso del RevePET el pago será directamente al usuario que deposite las botellas mediante dinero electrónico o mediante el socio estratégico (PRIMAX) en sus tiendas de convivencia “Listo” o los distribuidos de combustible en caso no haya una tienda de convivencia en el grifo seleccionado.
6. Los beneficios ambientales conllevan que, a partir del 2022, cada año será posible recuperar más de 6,438 toneladas de PET para su posterior procesamiento y transformación en productos reciclados (botellas, camisetas, fibras PET, entre otros). Esta recuperación de residuos sólidos reciclables representa un ahorro de energía de casi 1.5 GW anuales¹², además de evitar la descomposición orgánica de más de 250 millones de botellas, las cuales tardarían 530 años en descomponerse por completo en los mares y rellenos sanitarios. También la cultura de reciclaje que se habrá forjado para entonces asegurará una mejor condición de vida para las próximas generaciones.
7. El proyecto contempla una inversión inicial de S/. 2'484,625, de los cuales el 80% será financiado por la Caja Metropolitana y por Credinka a una TEA ponderada de 12.53% y el otro 20% será una captación por fondos propios. El proyecto es viable económicamente y financieramente con un VAN de S/. 50'129,661 en una proyección de 11 años incluyendo perpetuidad descontado a un WACC de 13.53% y un crecimiento a perpetuidad de 0.5 %. La inversión se recupera al quinto año de operación y contempla una tasa de retorno de 44%.
8. Se ha corrido un análisis de sensibilidad donde se primó la variación de la tasa de descuento como indicador principal para evaluar la viabilidad del proyecto, obteniendo como resultado un VANE y un EVA positivo con un 90% de confianza. Por tanto, existen altas probabilidades de viabilizar el proyecto con resultados positivos. Adicionalmente se pudo identificar que los flujos se ven afectados en mayor medida por variables como el spread del precio de compra, el precio del WTI y la estructura de deuda/capital.

¹² Viviendo en la tierra (2011).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTÍCULOS DE DIARIOS O REVISTAS

CORREO

- 2015 “El 40% de la basura termina en los ríos”. *Correo*. Lima. Consulta: 29 de setiembre del 2015.
< <http://diariocorreo.pe/ciudad/el-40-de-la-basura-termina-en-los-rios-614053/>>

EL COMERCIO

- 2013 “Lima tiene 8’500.842 habitantes: ¿Hay más hombres o más mujeres?”. *El Comercio*. Lima. Consulta: 26 de abril 2013.
<<http://elcomercio.pe/actualidad/1524307/noticia-lima-tiene-8500842-habitantes-hay-mas-hombres-mas-mujeres>>

LA REPUBLICA

- 2016 “Backus, la primera empresa en usar envases reciclados”. *La República*. Lima. Consulta: 17 abril 2016.
<http://larepublica.pe/marketing/745522-backus-la-primera-empresa-en-usar-envases-reciclados>

LA REPUBLICA

- 2015 “El 58% de basura que al día se genera lo echan a ríos y playas”. *La República*. Lima. Consulta: 17 octubre del 2015.
<http://larepublica.pe/impres/sociedad/996-el-58-de-basura-que-al-dia-se-genera-lo-echan-rios-y-playas>

LA REPUBLICA

- 2013 “El 45% de restos que se tira a mares y ríos es plástico y causa la muerte de las especies”. *La Republica*. Lima. Consulta: 18 de abril 2013.
<http://larepublica.pe/06-04-2013/el-45-de-restos-que-se-tira-mares-y-rios-es-plastico-y-cause-la-muerte-de-las-especies>

ARTÍCULOS INDEPENDIENTES

EGUIZABAL, Marizol

- 2008 “Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de un Relleno Sanitario Manual”. En *Slideshare*. Lima. Consulta: 13 de junio del 2014.
<http://es.slideshare.net/rocovi/exposicin-guia-de-relleno-sanitario-manualpdf>

ENGLAND, Tom

- 2011 PET Water Bottles are Getting Lighter. En *FactsOnPET*. Estados Unidos.
Consulta: 23 de junio del 2014.
http://www.factsonpet.com/Articles/Facts%20on%20PET%20Flyer_June18%20PRINT.pdf

HAWKS, Karen

- 2006 “What is Reverse Logistics?”. En *RLMagazine*. Consulta: 23 de junio del 2013.
<http://www.rlmagazine.com/edition01p12.php>

OJEDA, Mariano

- 2006 “Códigos de los Plásticos”. En *Blogspot*. Consulta: 23 de junio del 2013.
<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.pe/>

OJEDA, Mariano

- 2012 “Tecnología de los plásticos”. En *Blogspot*. Consulta: 23 de junio del 2013.
<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.pe/2011/05/pet.html>

ORTEGA, María

- 2011 “El reciclaje de PET está en su mejor momento”. En *Plástico*. México. Consulta: 23 de marzo del 2014.
<http://www.plastico.com/temas/El-reciclaje-de-PET-esta-en-su-mejor-momento+3084014>

SHALE, Alejandra

- 2016 “Tipos de Envase y Embalaje”. En *Emaze*. México. Consulta: 07 de abril del 2016.
<https://www.emaze.com/@ACCZRRL0/tipos-de-envase-y>

INFORMES Y ESTUDIOS

ABIPET

- 2010 *Recycling- Recovery*. Sao Paulo. Consulta: 18 de abril del 2013.
<<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=68&idioma=ingles#>>

CAREAGA, Antonio

- 1993 “Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes”. *Instituto Nacional de ecología*. México. Consulta: 18 de abril 2013.
<<http://books.google.com.pe/books?id=SUjbgQyyxdEC&pg=PT85&lpg=PT85&dq=sistema+de+recoleccion+botellas+pet&source=bl&ots=0vo965EP8z&sig=vae7ka7ueaD93oJSjuyCXggr8wQ&hl=es-419&sa=X&ei=gCFaUZnFCa-C0QGO84BQ&ved=0CDMQ6AEwAg>>

ECOOSFERA

- 2010 “La invasión de las bolsas de plásticos y sus consecuencias”. *Ecoembes*. Consulta: 18 de junio del 2013.
<<http://www.ecoosfera.com/2010/07/la-invasion-de-las-bolsas-de-plastico-y-sus-consecuencias/>>

EIS – UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

- 2013 *Industria Embotelladora*. Lima. Consulta: 23 de junio del 2013.
<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/industria_embotelladora>

HYPATIA

- 2009 *El impacto de los plásticos en el ambiente*. Consulta: 23 de junio del 2013.
<http://hypatia.morelos.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=518&Itemid=452>

KENPAS

- 2009 *Recycled PET*. Consulta: 23 de junio del 2013.
<<http://www.kenplas.com/topic/recyclepet.aspx> >

LOGISTEC

- 2012 *Cadena de suministro de reversa: completando el circuito de la cadena de suministro*. Consulta: 18 de junio 2013.
< <http://revistalogistec.com/index.php/supply-chain-management/107-logistica-reversa/1042-cadena-de-suministro-de-reversa-completando-el-circuito-de-la-cadena-de-suministro>>

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL

- 2004 *Guías Ambientales: Sector Plásticos*. Bogotá. Consulta: 02 de octubre del 2014.
http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/INDUSTRIAL%20Y%20MANUFACTURERO/Guias%20ambientales%20sector%20pl%C3%A1sticos.pdf

PAOT

- 2012 “El PET y su situación actual en el Distrito Federal”. En *PAOT*. México. Consulta: 23 de junio del 2013.
< <http://www.paot.org.mx/centro/publi-ext/pet/03aspectos.html>>

PLASTICO

- 2011 *El reciclaje de PET está en su mejor momento*. México. Consulta: 23 de abril 2013.
<http://www.plastico.com/tp/secciones/TP/ES/MAIN/IN/ARTICULOS/doc_84014_HTML.html?idDocumento=84014>

RECIJET S.A.

- 2003 *Empresas recicladoras de plástico PET*. Chile. Consulta: 18 de abril 2013.
<<http://www.recijet.cl/sistema/index.php#>>

VEO VERDE

- 2012 *Conoce el proceso para transformar botellas de plástico PET en nuevos envases, de la recicladora PetStar*. México. Consulta: 23 de abril 2013.
<<http://www.veoverde.com/2012/06/mexico-conoce-el-proceso-para-transformar-botellas-de-plastico-pet-en-nuevos-envases-de-la-recicladora-petstar/>>

VIZCARRA PROYECTOS

- 2013 *La hojuela PET*. Consulta: 23 de junio del 2013.
<<http://vizcarraproyectos.com/web/la-hojuela-de-pet/>>

ZAFRA, Carlos

- 2009 “Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija”. En *SCF*. Consulta: 04 de abril 2013.
<http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092009000200019&lng=es&nrm=>

LIBROS

BALLOU, Ronald

- 2004 *Logística, Administración de la Cadena de Suministro*. 5ª Edición. México: Prentice Hall.

CABEZA, Domingo

- 2012 *Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro*. 1ª edición. Barcelona

CHOPRA, Sunil y MEINDL Peter

- 2010 *Supply chain management: strategy, planning and operation*. 4ª Edición. New Jersey: Pearson.

CRAWFORD, Russell

- 2013 “Plastic degradation and its environmental implications with special reference”. *Polymers*. MDPI: Suiza, pp. 390 – 392.

GIMENEZ, Enrique

- 2008 *Procesado de Polímeros, Fundamentos*. 1ª Edición. Comobia: Editorial Guadales.

KOTLER, Keller

- 2012 *Marketing Management*. 14ª Edición. Estados Unidos : Editorial Pearson.

HURD, David J

- 2008 *Best Practices and Industry Standards in PET Plastic Recycling*. 4ª Edición. Bronx, NY.

RONALD J

2010 *Administración De La Producción Y De Las Operaciones*. 4ª Edición. Columbia: Universidad de Missouri.

SEYMOUR, R.B.

2002 *Introducción a la Química de los Polímeros*. 3ª Edición. España: Reverté.

PAGINAS WEB

AMAZONBRINDES

Amazonbrindes: Tuebete. Consulta: 12 de marzo del 2013.

<http://www.amazonbrindes.com.br/produto/tubete-15cm-atacado/26205>

ADUANET

Estadísticas del comercio internacional. Lima. Consulta: 23 de junio del 2013.

<http://www.aduanet.gob.pe/aduanas/informae/estadisticasComExt.htm>

BBVA RESEARCH

Situación Perú: Cuarto Trimestre 2015. Lima. Consulta: 12 de mayo del 2016.

<https://www.bbvaresearch.com/public-compuesta/situacion-peru-cuarto-trimestre-2015/>

ECOINTELIGENCIA

15 cosa que no sabías sobre el reciclaje. Consulta: 23 de julio del 2013.

<http://www.ecointeligencia.com/2013/11/15-cosas-reciclaje/>

PETRA

BASF: PET Thermoplastic Polyester. Consulta: 12 de marzo del 2013.

<http://iwww.plasticsportal.com/products/petra.html>

PLASTICIZERS

Plasticizers: Reciclaje del PET. Consulta: 23 de junio del 2013.

<http://plasticizers.com.co/biblioteca/new-matters-chemical-y-sus-investigaciones/reciclaje-de-pet/>

SINEA

Sinea: Recycling PET Flakes. Consulta: 23 de junio del 2013.

<http://www.sinea.com/Paginas/SineaLibreria/SineaLibreriaEspanol/flakes.aspx>

TOMRA

About Reverse Vending. Consulta: 23 de junio del 2013.

<https://www.tomra.com/en/solutions-and-products/collection-solutions/reverse-vending/about-reverse-vending/>

VIVIENDO EN LA TIERRA

20 datos interesantes acerca del plástico. Consulta: 17 de agosto del 2014.

<https://viviendoenlatierra.com/2011/09/14/20-datos-interesantes-acerca-del-plastico/>

PAGINAS WEB INSTITUCIONALES

ADONDEVIVIR <<http://www.adondevivir.com/>>

ADEX Data Trade < <http://www.adexdatatrade.com/>>

ADUANET <<http://www.aduanet.gob.pe/operatividadAduana/>>

APEIM <<http://apeim.com.pe/>>

Aswath Damodaran <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>>

Banco Central de Reserva del Perú <<http://www.bcrp.gob.pe/>>

Bloomberg < <http://www.bloomberg.com/>>

Google Maps < <https://www.google.com.pe/maps?source=tldsi&hl=en>>

Inter-American Development Bank <<http://www.iadb.org/>>

Instituto Nacional de Estadística e Informática <<http://www.inei.gob.pe/>>

Ministerio de Economía y Finanzas < <https://www.mef.gob.pe/es/>>

Ministerio del Ambiente - MINAM < <http://www.minam.gob.pe/>>

Ministerio de la Producción – PRODUCE< <http://www.produce.gob.pe/>>

Municipalidad de Lima < <http://www.munlima.gob.pe/>>

OSIGNERMIN < <http://www.facilito.org/>>

Reuteurs < <http://www.reuters.com/>>

U.S. Department of the Treasury < <https://www.treasury.gov>>

Urbanía Perú< <http://urbania.pe/>>

Sistema de Información para la Gestión de los Residuos Sólidos
<<http://sigersol.minam.gob.pe/>>

Superintendencia Nacional de Administración Tributaria <<http://www.sunat.gob.pe/>>

PONENCIAS Y CONFERENCIAS

BOLAÑOS, Carla

- 2015 “*Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión y Modernización Municipal 2015*”. Ponencia presentada en la Mesa Nacional de Reciclaje – X Edición. Asociación de Exportadores del Perú. Lima, 15 de mayo.
http://www.ciudadsaludable.org/Mesa2015/1Karla_Bolanos_MINAM.ppt

GALLO, Fernando

- 2015 “*Reciclaje PET: Botella a Botella en Perú*”. Ponencia presentada en la Mesa Nacional de Reciclaje – X Edición. Asociación de Exportadores del Perú. Lima, 15 de mayo.
http://www.ciudadsaludable.org/Mesa2015/2Fernando_Gallo_Alcances_e_implementation_del_DS_0382014_Bottle_to_Bottle_SMI.pdf

RUIZ, Albina

- 2015 “*Avances en la formalización de recicladores(as) en el Perú*”. Ponencia presentada en la Mesa Nacional de Reciclaje – X Edición. Asociación de Exportadores del Perú. Lima, 15 de mayo.
http://www.ciudadsaludable.org/Mesa2015/4Albina%20Ruiz_Ciudad_Saludable.pdf

PROGRAMA DE TELEVISIÓN

DISCOVERY SCIENCE CHANNEL

- 2010 “*The Reverse Vending Machine*”. *Deconstructed*. Estados Unidos. Emisión en mayo del 2010.
<https://www.youtube.com/watch?v=U6OKC6w1yKk>

TESIS

ALFONSO, Patricia

- 2010 *Diseño del sistema logístico de la cadena de abastecimiento del desperdicio y desecho del vidrio en Colombia para exportar a Chile*. Tesis de maestría con mención en Administración. Bogotá: Universidad del Rosario

CESAR, Mario y SÁNCHEZ, Jhon

2014 *Plan de negocio para Planta Recicladora de PET*. Tesis de maestría con mención en Administración. Lima: Universidad del Pacífico. Consulta: 8 de enero de 2015. <http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1021/CisnerosMario2014.pdf?sequence=1>

MEDINA, Samuel

2012 *Diseño de una máquina compactadora manual de botellas de plástico*. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

MUÑOZ, Gabriel

2015 *Estudio, análisis y mejora de la planificación del abastecimiento de residuos plásticos recuperados en una red de Logística Inversa*. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Superior de Ingenieros Industriales.

PATIÑO, Miguel

2013 *Diseño y construcción de una máquina compactadora manual de botellas de plástico PET*. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

SOLIS, Grecia y ALMONACID, Oswaldo

2013 *Estudio de Pre factibilidad para la implementación de una cadena de restaurantes de pollo a la brasa en tres zonas geográficas de Lima Metropolitana y Callao enfocada en los niveles socioeconómicos C y D*. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

TAPIA, Rosa

2012 *Industrialización y exportación de plástico (PET) Caso: Comercializadora de Plástico Relive A. en P*. Tesis de maestría con mención en Administración. Queretaro: Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración. Consulta: 23 de Junio del 2013.