



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Carrera de Economía

Evaluación financiera, económica y social del proyecto para la creación de la planta de compostaje EMAC EP

Trabajo de titulación previo a la obtención del

título de Economista

Modalidad: Proyecto Integrador

Autores:

Espinoza Suquisupa Eduardo
C.I. 0105734701
Correo electrónico: edu-espinoz@hotmail.com

Matamoros Galarza Kelvin Patricio
C.I. 0705644219
Correo electrónico: kelvin-125@live.com

Tutor:

Eco. Fernando Guillermo Maldonado Arias
C.I. 0101747111

Cuenca, Ecuador

28/11/2019



Resumen

La Empresa Municipal de Aseo de Cuenca con el propósito de aprovechar la fracción orgánica presente en los residuos sólidos ha puesto en marcha una planta recicladora de materia orgánica, que produce compost con residuos orgánicos provenientes de mercados y áreas verdes de la ciudad, no obstante, para lograr una mayor utilización de los mismos desea expandir su capacidad de procesamiento de 25 a 50 ton/día; pero antes de realizar tal aumento plantea realizar una evaluación integral de la iniciativa que permita tomar una decisión apropiada. El presente trabajo realiza la evaluación financiera, económica y social del proyecto para la creación de la nueva planta de compostaje, así como su análisis de riesgo y sensibilidad. Los resultados que se extraen del estudio demuestran la factibilidad de la iniciativa, derivada del ahorro de recursos que genera a la empresa el funcionamiento de la planta y el beneficio ambiental producido a la sociedad por la menor emisión de gas de efecto invernadero, sin embargo, el proyecto no posee un efecto distributivo de ingresos en la población del cantón. Por otra parte, el análisis de sensibilidad muestra un proyecto sensible a cambios en los costos de operación y mantenimiento e inversión que podrían modificar la decisión de invertir o no en el mismo. Finalmente, el análisis de riesgo muestra un proyecto medianamente riesgoso, con bajas probabilidades de obtener un VAN negativo y una TIR menor a la rentabilidad exigida por los inversionistas.

Palabras claves: Residuos sólidos. Tasa de descuento. Viabilidad financiera. Efecto distributivo. Análisis de riesgo e incertidumbre.



Abstract

The Empresa Municipal de Aseo de Cuenca with the purpose of taking advantage of the organic fraction present in solid waste has launched a recycling plant of organic matter, which produces compost with organic waste from markets and green areas of the city, however, to achieve greater use of them, you want to expand your processing capacity from 25 to 50 tons / day; but before making such an increase, he proposes to carry out a comprehensive evaluation of the initiative that allows for an appropriate decision. This work carries out the financial, economic and social evaluation of the project for the creation of the new composting plant, as well as its risk and sensitivity analysis. The results that are extracted from the study demonstrate the feasibility of the initiative, derived from the saving of resources generated by the company for the operation of the plant and the environmental benefit produced by society due to the lower emission of greenhouse gas, however, The project does not have a distributional effect of income in the population of the canton. On the other hand, the sensitivity analysis shows a project sensitive to changes in operation and maintenance and investment costs that could modify the decision to invest or not in it. Finally, the risk analysis shows a moderately risky project, with a low probability of obtaining a negative NPV and an IRR lower than the profitability demanded by investors.

Keywords: Solid waste. Discount rate. Financial viability. Distributional effect. Risk analysis and uncertainty.



Índice general

Introducción	13
Justificación.....	14
Planteamiento del Problema	15
Objetivos	16
General	16
Específicos	16
Revisión de la literatura	17
Marco teórico	17
Estado del arte	20
Diseño metodológico	22
Estudio de mercado	22
Definición del problema y objetivos de investigación	22
Desarrollo del plan de investigación	22
Diseño de recopilación de información	22
Estudio técnico	25
Estudio financiero	25
Evaluación financiera.....	25
Evaluación económica.....	28
Evaluación social.....	30
Precios de eficiencia o sombra	32
Tasa de descuento.....	33
Análisis de incertidumbre y riesgo.....	34
Análisis de sensibilidad del proyecto en condiciones de incertidumbre	34
Análisis del proyecto en condiciones de riesgo	35
Desarrollo del proyecto.....	35
Estudio de mercado	35
Definición del producto	35
Definición de mercado.....	37
Muestra	37
Tamaño de muestra	38
Instrumentos de recolección de datos	39
Encuesta	39
Entrevista	40



Demanda.....	40
Consumo histórico	40
Preferencias del consumidor	42
Consumo de fertilizantes.....	42
Compra de fertilizante orgánico.....	43
Consumo en función del nivel de precios e ingreso	45
Estimación de demanda	45
Oferta	48
Precios	52
Balance demanda-oferta	54
Canales de distribución.....	55
Estudio técnico	57
Localización.....	57
Macrolocalización.....	57
Microlocalización	58
Capacidad de producción.....	60
Materia prima	61
Producción.....	62
Ingeniería del proyecto	63
Proceso productivo.....	63
Alternativas para ampliación de la producción.....	64
Áreas para las instalaciones de la planta de compostaje.....	66
Nivel tecnológico	67
Estudio financiero	69
Presupuesto de inversión	69
Depreciación.....	70
Valor de desecho	71
Costos de producción.....	72
Materia prima.....	72
Mano de obra	73
Costos indirectos de fabricación	75
Gastos administrativos.....	76
Costo unitario.....	76
Elección de alternativa.....	77
Punto de equilibrio.....	80
Ingresos.....	81
Ingreso por ahorro de recursos por la recuperación de materiales para la producción de compost.....	81
Ingreso por ahorro de recursos en el tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos evitados en el relleno sanitario	82
Ingreso por el ahorro en el tratamiento de lixiviados	83
Ingreso por el aumento de la vida útil del relleno sanitario.....	83



Evaluación financiera.....	87
Inversión Inicial.....	88
Financiamiento.....	89
Tasa de descuento financiera.....	89
Indicadores financieros.....	90
Evaluación económica.....	94
Relaciones precio cuenta (RPC).....	94
Inversión inicial.....	94
Tasa social de descuento.....	95
Beneficios.....	95
Beneficio por ahorro de recursos por la recuperación de materiales para producción de compost.....	96
Beneficio por ahorro de recursos en el tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos evitados en el relleno sanitario.....	96
Beneficio por el ahorro en el tratamiento de lixiviados.....	96
Beneficio por el aumento de la vida útil del relleno sanitario.....	98
Beneficio por la reducción de importaciones de fertilizantes orgánicos.....	99
Beneficio por la variación en las emisiones de GEI.....	100
Indicadores económicos.....	102
Evaluación social.....	105
Enfoque distributivo.....	105
Análisis de incertidumbre y riesgo.....	110
Análisis de sensibilidad del proyecto en condiciones de incertidumbre.....	110
Análisis de sensibilidad unidimensional.....	110
Análisis de sensibilidad bidimensional.....	111
Análisis de puntos críticos.....	113
Análisis del proyecto en condiciones de riesgo.....	113
Análisis probabilístico-Simulación de Monte Carlo.....	113
Conclusiones.....	117
Recomendaciones.....	118
Bibliografía.....	119
Anexos.....	125

Índice de tablas

Tabla 1: Ingresos (ahorros) generados por la planta de compostaje.....	28
Tabla 2: Beneficios económicos generados por la planta de compostaje.....	31
Tabla 3: Composición química del compost.....	36
Tabla 4: Uso del suelo por categoría 2017.....	40



Tabla 5: Uso de fertilizante orgánico por parte de agricultores por estrato.....	43
Tabla 6: Compra de fertilizante orgánico (ton/año) por parte de agricultores por estrato.....	44
Tabla 7: Estimación de la demanda externa de compost anual	46
Tabla 8: Estimación de la demanda interna de compost anual	47
Tabla 9: Estimación de la demanda de compost.....	48
Tabla 10: Importación, exportación, consumo y producción de fertilizante orgánico en Ecuador	49
Tabla 11: Ventas anuales de fertilizante orgánico por nombre comercial y estrato	50
Tabla 12: Oferta de fertilizantes orgánicos fermentados	51
Tabla 13: Demanda insatisfecha de fertilizantes fermentados.....	55
Tabla 14: Pesos relativos de los factores de localización	58
Tabla 15: Calificación de factores de localización	59
Tabla 16: Matriz de ponderación de los factores de localización.....	59
Tabla 17: Proyección total de residuos orgánicos.....	62
Tabla 18: Proyección de la producción de compost	62
Tabla 19: Tiempo de producción	63
Tabla 20: Áreas totales para la planta de compostaje	67
Tabla 21: Dimensiones de las naves	68
Tabla 22: Equipo y maquinaria nueva para la planta de compostaje.....	68
Tabla 23: Presupuesto referencial de inversión	69
Tabla 24: Costo de depreciación anual	70
Tabla 25: Valor de desecho.....	71
Tabla 26: Distribución de personal para la nueva planta-50 ton/día-25 ton7día	73
Tabla 27: Costo anual de la mano de obra.....	74
Tabla 28: Costos indirectos de fabricación.....	75
Tabla 29: Costos unitarios de producción.....	77
Tabla 30: Estructura del costo de producción total.....	79
Tabla 31: Estructura del costo de producción unario	79
Tabla 32: Ingresos por venta de compost	82
Tabla 33: Ingreso por tratamiento de residuos organicos evitados.....	82
Tabla 34: Ahorro en el tratamiento de lixiviados	83
Tabla 35: Prolongacion de la vida útil por las plantas de compostaje	84
Tabla 36: Inversión en el nuevo relleno sanitario	85
Tabla 37: Costos de operación incrementales.....	87
Tabla 38: Ingresos por el aumento de la vida útil del relleno anitario.....	87
Tabla 39: Estructura del costo de inversión 2022	88
Tabla 40: Condiciones del crédito	89
Tabla 41: Flujos de efectivo financieros	92
Tabla 42: Tabla 42: Relaciones precio cuenta	94
Tabla 43: Presupuesto de inversión de la nueva planta de compostaje	95
Tabla 44: Costos del tratamiento de lixiviados.....	98
Tabla 45: Costos de operación incrementales.....	99
Tabla 46: Beneficio de incrementar la vida útil del relleno sanitario	99
Tabla 47: Abono orgánico importado.....	100
Tabla 48 Biogás generado por residuos organicos	100



Tabla 49 Beneficio por reducción de GEI	102
Tabla 50: Flujos economicos	103
Tabla 51: Deciles de ingreso mensual a nivel país	105
Tabla 52: Ponderador distributivo del proyecto.....	106
Tabla 53: Flujos sociales.....	108
Tabla 54: Variación relativa del análisis de sensibilidad unidimensional	110
Tabla 55: Variaciones relativas del análisis de sensibilidad bidimensional	112
Tabla 56: Parámetros utilizados en la Simulación Monte Carlo.....	114

Índice de gráficas

Gráfica 1: Precio por kilogramo de fertilizantes orgánicos ofertados en el mercado	52
Gráfica 2: Precio por kilogramo de fertilizantes por tipo de compost.....	53
Gráfica 3: Relación producción-costo	78
Gráfica 4: Evolución del costo de produccion unitario	80
Gráfica 5: Costo por km del transporte de residuos sólidos	86

Índice de figuras

Figura 1: Canal de distribución de fertilizantes orgánicos.....	56
Figura 2: Flujograma del proceso productivo	64
Figura 3: Alternativas de producción.....	66

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Presentación del saco de compost BioEMAC	36
Ilustración 2: Pronóstico de la simulación de riesgo del VAN.....	115
Ilustración 3: Pronóstico de simulación de riesgo de la TIR	116



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Kelvin Patricio Matamoros Galarza, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Evaluación financiera, económica y social del proyecto para la creación de la planta de compostaje EMAC EP”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 28 de noviembre de 2019



Kelvin Patricio Matamoros Galarza

C.I: 0705644219



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Eduardo Espinoza Suquisupa, autor del trabajo de titulación "Evaluación financiera, económica y social del proyecto para la creación de la planta de compostaje EMAC EP", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 28 de noviembre de 2019



Eduardo Espinoza Suquisupa

C.I: 0105734701



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Kelvin Patricio Matamoros Galarza, autor del trabajo de titulación "Evaluación financiera, económica y social del proyecto para la creación de la planta de compostaje EMAC EP", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 28 de noviembre de 2019



Kelvin Patricio Matamoros Galarza

C.I: 0705644219



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Eduardo Espinoza Suquisupa, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Evaluación financiera, económica y social del proyecto para la creación de la planta de compostaje EMAC EP", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 28 de noviembre de 2019

Eduardo Espinoza Suquisupa

C.I: 0105734701



Introducción

El constante crecimiento en la producción de residuos sólidos y su inadecuada gestión perjudica en gran medida los recursos naturales y salud de las personas, un problema relacionado directamente con el crecimiento poblacional y su masiva concentración en los grandes centros urbanos; Cuenca no es la excepción, pues debido a la excesiva cantidad y diversidad de desechos generados, la Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC EP) ha puesto en marcha iniciativas que permitan brindar el tratamiento adecuado a los residuos y aprovechar materiales presentes en los desechos con el propósito de incorporarlos en nuevos procesos productivos.

EMAC EP con afán de aumentar la cantidad de material orgánico reciclado, ha planteado su interés en expandir la capacidad de procesamiento de la actual planta de compostaje de 25 a 50 ton/día, sin embargo, antes de ejecutar esta iniciativa busca analizar si tal crecimiento tendrá un efecto positivo en la empresa y sociedad, con el fin de tomar una decisión acertada con el menor grado de incertidumbre.

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar financiera, económica y socialmente la viabilidad del proyecto de la ampliación de la planta de compostaje para coadyuvar a decidir si conveniente invertir o no en el mismo. Además de esta introducción, el trabajo muestra la revisión de literatura referente al reciclaje de residuos sólidos orgánicos para la producción de compost, la metodología a utilizarse para evaluar el proyecto, su desarrollo y finalmente se exponen los resultados del estudio, conclusiones y recomendaciones.



Justificación

El proyecto que desea poner en marcha EMAC EP, como toda inversión, necesita de un estudio de prefactibilidad que permita conocer la viabilidad financiera, económica y social del mismo, garantice la resolución del problema para el cual es planteado de forma eficiente y rentable, y contribuya a disminuir el riesgo de decisión sobre la ejecución del proyecto (Fontaine, 2008).

La evaluación financiera permitirá cuantificar la rentabilidad del proyecto, a través de la estimación de los ingresos monetarios y los costos de inversión, producción y operación de la planta que se obtendrán de la realización del estudio de mercado, técnico y financiero respectivamente; complementariamente, es imprescindible evaluar el riesgo que atañe la ejecución del proyecto producto de la incertidumbre que rodea a las variables consideradas en el análisis del flujo de caja, con el propósito de observar el comportamiento de la tasa interna de retorno y el valor actual del proyecto frente a shocks exógenos que se puedan presentar. El resultado de esta evaluación, desde una perspectiva del inversor, constituye un elemento transcendental en la realización del proyecto pues clarificará el desempeño de la unidad de compostaje como una actividad financieramente sostenible.

Adicionalmente, resulta idóneo realizar un análisis económico y social del proyecto, debido al costo de oportunidad que tienen los recursos que se usaran en el proyecto dejando de lado alternativas que podrían beneficiar en mayor medida a la sociedad. A través de éstas evaluaciones, se busca cuantificar los beneficios económicos que generará el proyecto a nivel país y el efecto distributivo del proyecto en grupos de personas que se encuentren en el área de influencia o se vean afectados directamente por el proyecto.

La justificación de éste estudio radica en evaluar la sostenibilidad financiera, económica y social del proyecto, que permita a EMAC EP, con información contundente, decidir invertir o no en la ejecución del mismo, evitando el despilfarro de recursos que podrían poner el peligro la sostenibilidad de la institución.



Planteamiento del Problema

El ser humano para su desarrollo consume un conjunto de productos y servicios que permiten satisfacer sus necesidades y en este proceso genera desechos, orgánicos e inorgánicos¹, que en determinada circunstancia no son de su utilidad; éstos son recolectados y trasladados hasta un relleno sanitario o vertedero para su disposición final por alguna institución pública o privada. En particular, en la ciudad de Cuenca la entidad encargada de esta función es la EMAC EP, cuya misión es mantener a la ciudad limpia, verde y saludable a través de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) y áreas verdes.

Según la EMAC EP, en el cantón Cuenca se generan en promedio 490 toneladas de desechos sólidos por día con una generación per cápita promedio de 0,524 kg/día², los cuales son depositados en el Relleno Sanitario de Pichacay ubicado en la parroquia Santa Ana a 21 km de la ciudad. Sin embargo, a pesar del eficaz desempeño de la empresa en la GIRS; la inadecuada clasificación de residuos por parte de la ciudadanía y la falta de políticas orientadas a la gestión adecuada de desechos sólidos, ha causado que muchos elementos presentes en los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) no sean adecuadamente aprovechados; tal es el caso de los residuos orgánicos que pueden ser utilizados para la generación de compost y humus de gran calidad y por el contrario se convierten en un problema de difícil manejo en los vertederos.

EMAC EP con el objetivo de garantizar un correcto tratamiento de los residuos sólidos urbanos instaló una planta piloto procesadora de residuos sólidos orgánicos, comúnmente llamada planta de compostaje³, ubicada en el ex vertedero de El Valle que desde el 2004 produce humus y compost para la comercialización y autoconsumo en jardines y áreas verdes de la ciudad; usando de materia prima los desechos orgánicos provenientes de los centros de abastos y residuos de áreas verdes (pasto y podas) generados en el cantón, que de otro modo serían trasladados al relleno sanitario para su disposición final.

¹ Se entiende por desecho cualquier producto deficiente, inservible o inutilizado que su poseedor destina al abandono o del cual quiere desprenderse (Uribe, Vanegas, & Cardona, 2004). Los orgánicos son aquellos que tienen características de desintegrarse o degradarse rápidamente, convirtiéndose en otro tipo de materia orgánica; los inorgánicos son los que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta.

² Datos al año 2015.

³ Una planta de compostaje es una instalación destinada al reciclaje de los residuos orgánicos mediante un tratamiento biológico de los mismos dando como resultado un compost o abono orgánico.



Tomando como referencia la planta piloto y ante la necesidad de realizar una gestión integral de un mayor número de toneladas de residuos sólidos que se generaran diariamente en la ciudad, EMAC EP se ve en la necesidad de crear una nueva planta de compostaje de mayor capacidad que, al igual que la actual, permita aprovechar los desechos orgánicos generados en la ciudad.

En este sentido, la iniciativa propuesta necesita de una evaluación integral (financiera, económica y social) de la actual planta que permita observar el desempeño económico de la unidad de compostaje dentro de la empresa y a su vez analizar el efecto que tendrá la ampliación de la misma; debido al considerable desembolso de recursos públicos comprometidos para ponerla en marcha, volviéndose fundamental realizar un estudio previo que oriente la adecuada toma de decisiones con criterios económicos robustos.

Objetivos

General

- Evaluar la implementación de una nueva planta de compostaje en el cantón Cuenca, mediante el análisis económico, financiero y social.

Específicos

- Analizar la oferta de fertilizantes orgánicos y demanda de compost en localidades de las provincias de Azuay y Cañar con significativa presencia agrícola y ganadera.
- Cuantificar el beneficio económico que generará la planta de compostaje en la población que se encuentran en el área de influencia o se vea afectada por el proyecto.
- Evaluar el riesgo del proyecto mediante la formulación de escenarios hipotéticos que podrían afectar su rentabilidad.



Revisión de la literatura

Marco teórico

La evaluación de proyectos, es considerada como aquella actividad dirigida a la toma de decisiones de inversión sobre un proyecto (Baca, 2013). Dentro de una evaluación integral se encuentran la evaluación financiera, económica y social.

La evaluación financiera consiste en sistematizar información monetaria proveniente de los módulos de mercado, técnico, administrativo y legal para determinar la rentabilidad y viabilidad de la ejecución de una iniciativa desde el punto de vista del inversionista. Dicho proceso ordena, clasifica e identifica todos los rubros de inversión, ingresos y gastos que puedan deducirse de los estudios previamente realizados para un proyecto específico (Sapag Chain & Sapag Chain, 2008). Esta evaluación compara ingresos y gastos valorados a precios de mercado para establecer el flujo de caja que tendrá el proyecto a lo largo de su vida útil y determina si es conveniente o no su ejecución a través criterios de evaluación financiera como: a) Valor Actual Neto (VAN), b) Tasa Interna de Retorno (TIR), c) el indicador Beneficio-Costo (B/C), d) Periodo de Recuperación y complementariamente la evaluación de riesgos (Baca, 2013).

La evaluación económica⁴ por su parte, compara los beneficios con los costos que implicaría la realización del proyecto a nivel país o sociedad en su conjunto, independientemente de quien lo realice; es decir, consiste en determinar el efecto que la ejecución del proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad (Fontaine, 2008). El bienestar que obtenga la sociedad a su vez dependerá de la disponibilidad de producto o ingreso nacional, distribución per cápita del ingreso, libertades políticas, entre otros⁵. Por lo tanto, la determinación de beneficios y costos desde este punto de vista, debe incorporar la valoración de la sociedad por los bienes que el proyecto produce y no sólo el pago que por los mismos se realiza en el mercado (Gómez, 2011).

Al considerar que el inversor es el país, la evaluación económica toma en cuenta el impacto que el proyecto causa no solo en el mercado del bien final, sino también, sobre mercados relacionados; de esta forma, a diferencia de la evaluación privada que considera únicamente los ingresos y gastos en el mercado del bien final (directos), ésta también toma en cuenta el impacto

⁴ También denominada por los evaluadores como evaluación social o socioeconómica.

⁵ La movilidad social, las alianzas con otros países, inversión extranjera, respeto a la propiedad privada y otros factores que pudieran enumerarse (Fontaine, 2008).



que tiene en bienes relacionados (indirectos), efectos positivos o negativos no contemplados que recaen sobre terceros (externalidades medibles y valorizables) y externalidades no medibles o valorables causadas sobre otras cosas que razonablemente contempla la función de bienestar social de una comunidad (intangibles); sin embargo, comparte los mismos criterios de la evaluación financiera.

Otro aspecto a considerar, es el tratamiento especial (producto de la imperfección de algunos mercados, intervención estatal, existencia de bienes públicos o externalidades, ausencia de mercados, entre otros) que necesitan los precios de mercado para reflejar el valor que tienen para la sociedad, tanto los bienes y servicios que un proyecto generará como los factores e insumos que serán empleados en la producción; ello implica que el valor de la producción y el de los costos deberán ser evaluados a precios sociales (Aguilera, 2011).

Una vez que se ha considerado estos elementos, se debe comparar si la riqueza del país ha aumentado producto del proyecto, es decir si incrementó o disminuyó el bienestar de los habitantes, el cual está en función la disponibilidad de bienes y servicios para satisfacer sus necesidades, bajo el principio, que aquel país que tenga más bienes para consumir posee más bienestar que otro con menor consumo (Gómez, 2011). En ese sentido, la evaluación económica mide el efecto que el proyecto genera sobre el ingreso nacional y la distribución del mismo en un tiempo determinado (situación con proyecto) contra lo que hubiera pasado con estos si el proyecto no se realiza (situación sin proyecto) (Fontaine, 2008). Bajo esta premisa, un proyecto debería ser aceptado si el estado al que conduce su ejecución es preferido por la comunidad al estado inicial; los juicios establecidos para la comparación de estados se han establecido en función de los siguientes objetivos: a) Incremento en la disponibilidad de bienes para consumo al menor costo posible para la sociedad, b) Mejoras en la distribución del ingreso, y c) Satisfacción de necesidades meritorias.⁶

Entre los principales criterios que han contribuido a la asignación eficiente de recursos se encuentran: a) Pareto, el estado E_1 es preferible al E_0 si al menos alguien está mejor en el estado E_1 y nadie está peor, b) El criterio de compensación Kaldor-Hicks (K-H), el estado E_1 es preferible

⁶ Protección del medio ambiente, recursos naturales, soberanía y equidad territorial.



al estado E_0 si mediante una redistribución del ingreso, E_1 puede ser llevado a un estado E_2 que sea Pareto preferible a E_0 y c) El criterio de Scitovsky, el cual establece que si E_1 es preferible a E_0 en el sentido K-H, pero el inverso no es cierto, entonces E_1 es preferido a E_0 en sentido de Scitovsky; los cuales mediante la incorporación de la función de bienestar social en el análisis costo-beneficio permiten reconocer explícitamente los juicios de valor en la ordenación de los estados de la economía (Contreras, 2004).

Generalmente, el análisis económico de proyectos se ha centrado en la evaluación costo-beneficio bajo el enfoque de eficiencia por su simplicidad y objetividad, sin embargo, existen otros enfoques como el distributivo y el de necesidades básicas utilizados para la evaluación social. Estos enfoques asumen la existencia de una función de bienestar social que integra consideraciones distributivas y de eficiencia.

El enfoque de eficiencia manifiesta que si existe un cambio en el bienestar a consecuencia del proyecto, un dólar de beneficio para una persona vale tanto como un dólar de beneficio para otra; éste enfoque no desconoce la variación de beneficios entre individuos, pero plantea que la sociedad debe primero maximizar la disponibilidad de bienes para el consumo y si la distribución del ingreso no es justa, ésta debería emprender acciones redistributivas (Contreras, 2004). Por su lado, el enfoque distributivo, considera que es necesario identificar los grupos de ingreso a los que pertenecen las personas que se ven impactadas por la ejecución del proyecto y asignarle un valor distinto a cada unidad monetaria, dependiendo del grupo de ingreso en el que se encuentre la persona; por lo tanto la variación del bienestar social pasa a ser una función positiva del valor presente asignado a los individuos de menores ingresos, cuanto mayor sea el beneficio percibido por éstos mayor será el bienestar social y el proyecto será más rentable socialmente. Finalmente, el enfoque de necesidades básicas considera que en nuestra sociedad hay un alto grado de altruismo, que genera una disposición a pagar por parte de grupos de individuos de más altos ingresos para mejorar el bienestar del sector de bajos ingresos en ciertas necesidades básicas, debido a que la mayor comodidad de grupos vulnerables les provocan un efecto externo positivo (Gómez, 2011).



Por otro lado, llevar a cabo la evaluación de un proyecto implica elegir una tasa de descuento para determinar el valor del dinero comprometido en la inversión. El estudio financiero requiere una tasa financiera de descuento que permita valorar el costo de capital del proyecto en el tiempo, para ello hace uso de tres métodos: a) Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAMP por sus siglas en inglés), b) Modelo del Costo del Capital Ponderado (WACC por sus sigla en inglés); y, c) Agregar una prima por riesgo del proyecto a la tasa de mercado (Herrera, 2014); por su parte, la evaluación económica y social requieren una tasa de descuento que mida la relación a la cual una sociedad está dispuesta a intercambiar consumo presente por consumo futuro, o dicho de otra manera, el patrón de consumo-ahorro de una sociedad en cada momento (Gómez, 2011).

Estado del arte

Aprilia, Tezuka, & Spaargaren (2012), realizan una evaluación socioeconómica de la gestión de residuos sólidos domésticos en Yakarta, Indonesia, producto del significativo volumen de Residuos Sólidos Municipales (RSM) generados, con tasas de crecimiento constantes producto del aumento demográfico. Para su análisis plantea cinco escenarios en función de los métodos de tratamiento existentes y factibles para la reutilización de residuos domésticos. Además del escenario de referencia que involucra el uso del relleno sanitario actual (escenario 1), los escenarios propuestos para este estudio incluyen un 20% de reciclaje y 25% de uso del relleno combinado con compostaje comunal (escenario 2), digestión anaeróbica (escenario 3), compostaje centralizado (escenario 4) y gas de vertedero para generación de energía (escenario 5).

El método que utiliza para realizar el estudio son encuestas dirigidas a hogares con el propósito de investigar su disposición a clasificar desperdicios, a pagar por la clasificación y las percepciones de su papel y el de los proveedores de servicios de desechos para mejorar el desempeño en el futuro. Las evaluaciones de los escenarios consisten en un análisis costo-beneficio bajo un enfoque de eficiencia con dos componentes principales; una estimación costo-beneficio que se centra en los beneficios y costos económicos, considerando los ingresos potenciales del reciclaje de residuos y un análisis costo-beneficio ecológico que examina los beneficios por la reducción de gases de efecto invernadero (CO₂) y productos derivados como el compost y la electricidad. Los resultados obtenidos muestran que el compostaje comunitario tiene



el mayor potencial, seguido de la generación de energía, sin embargo, necesitan apoyo financiero para lograr un beneficio positivo.

Pandyaswargo & Premakumara (2014), con el objetivo de analizar los factores que influyen en la viabilidad económica de una planta de compostaje municipal e identificar un rango de escala de planta en la cual un proyecto de compostaje podría tener mayores oportunidades de ser financieramente sostenible, llevan a cabo un análisis de costo-beneficio utilizando datos recopilados de cinco plantas de compostaje en Asia, Indonesia, China y Sri Lanka. Los resultados muestran que las plantas de compostaje de mediana y menor escala son financieramente factibles, las cuales a su vez dependen de los métodos de procesamiento, tecnologías, escala, calidad del producto y estrategias de comercialización.

De igual manera, Chen (2016), realiza un análisis costo-beneficio basado en seis casos de plantas de compostaje de desperdicios de alimentos en Taiwán, entre sus conclusiones manifiesta: a) El compostaje puede generar el mayor beneficio neto en comparación con otras medidas de tratamiento de residuos, b) Las unidades de compostaje afiliadas al gobierno tienen un beneficio negativo y, por lo tanto, deben utilizar el valor de mercado del compost producido para lograr la viabilidad económica, c) Es necesario un subsidio al productor de compost para expandir la demanda de mercado ya que los residuos de alimentos reciclados pueden ahorrar el costo de incineración para la eliminación de residuos sólidos municipales.

Por otro lado, Ntesa & Hauptfleisch (2014), ante la inadecuada administración de RSM con un elevado porcentaje de materia orgánica en Windhoek, Namibia, cuantifican los beneficios sociales, económicos y ambientales que se derivarían de un proceso aeróbico de la fracción orgánica de RSM. Los resultados demuestran que se recupera con éxito recursos para la producción de fertilizantes orgánicos, se reduce emisiones de gases de efecto invernadero y el volumen de desechos depositados en vertederos; adicionalmente, tiene el potencial de generar empleo a pobres urbanos e ingresos.



Diseño metodológico

El estudio de prefactibilidad para la creación de la planta de compostaje, demanda abordar de forma secuencial el análisis, pues cada módulo constituye un componente importante para la evaluación integral del proyecto. En esta sección se detalla la metodología a utilizarse en la evaluación financiera, económica y social.

Estudio de mercado

Definición del problema y objetivos de investigación

El proyecto tiene como objetivo que el compost que se obtenga del tratamiento de residuos sólidos orgánicos además de ser parte del consumo interno de la empresa, sea comercializado en la ciudad y en sectores de las provincias de Azuay y Cañar con significativa presencia agrícola y ganadera; por lo tanto, es necesario llevar a cabo un análisis de demanda, oferta, precios y canales de distribución; con el propósito de verificar la posibilidad real de colocar el producto en el mercado mencionado (Baca, 2013).

Desarrollo del plan de investigación

El estudio de mercado requiere el levantamiento de información primaria y exploración de secundaria para su estudio dada la inexistencia de este tipo de investigación para el compost de EMAC EP; por ello, es necesario establecer una secuencia que permita un desarrollo sistemático del mismo. En primer lugar, se diseñarán las encuestas de oferta y demanda de acuerdo al requerimiento de información y se probarán a través de una piloto, en segundo lugar, se determinarán los tamaños de muestra y rutas para el levantamiento de información; finalmente, se tabulará, analizará e integrará los datos recogidos a la evaluación del proyecto.

Diseño de recopilación de información

El estudio de demanda busca cuantificar la demanda insatisfecha o nicho de mercado que tendrá el compost en sectores de las provincias de Azuay y Cañar que muestren significativa presencia agrícola y ganadera; para este propósito se realizará la exploración de las hectáreas cultivadas en las provincias (Azuay y Cañar) con potencial uso de este tipo de mantillo, el consumo actual de fertilizantes orgánicos y encuestas dirigidas a productores agropecuarios pertenecientes a asociaciones agrícolas que usan estos fertilizantes para mejorar la producción de pastos y cultivos.



Realizar la encuesta de demanda implica la combinación de dos elementos; población agrícola y el marco muestral que permita identificar al agricultor en el área; la población se la aproxima a través del número de familias del sector rural ocupadas en actividades agrícolas y el marco muestral a utilizarse para la selección de individuos que serán encuestados es el que dispone el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Azuay⁷ y Cañar concerniente a personas que son parte de organizaciones agropecuarias de las cuales llevan un registro.

El análisis de oferta constituye otro factor importante dentro del estudio de mercado pues permite evaluar la cantidad de bienes o servicios que los productores están dispuestos a poner en el mercado a un precio determinado (Maldonado, 2006). La cuantificación de la oferta, por lo tanto, requiere conocer el total de fertilizante orgánico colocado en las provincias, sin embargo, no existe un listado que agrupe al total de oferentes y a través de una encuesta permita cuantificar la oferta total, esto conduce a aproximarla a través de encuestas dirigidas a centros agropecuarios registrados en la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD) hasta julio de 2018, autorizados por la institución para la comercialización de fertilizantes y otros insumos agropecuarios.

Adicionalmente, se analizará la oferta de compost y humus realizada por la EMAC EP, la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de los cantones de Cañar, Biblián, El Tambo y Suscal (EMMAIPC-EP), la Dirección de Gestión Ambiental del municipio de Azogues, la Empresa Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones (EMMAICJ-EP) y la Empresa Pública Municipal de Servicios de Rastros y Plazas de Ganado (EMURPLAG) presentes en la zona de estudio; para recabar información de éstas empresas se envía oficios al personal responsable de administrar la producción de compost solicitando los datos necesarios.

El análisis de precios y canales de distribución son elementos cruciales dentro de éste estudio, para este fin se realizará una exploración de precios de mercado y canales de distribución a través de la información que se recogerá en las encuestas de demanda y oferta mediante preguntas diseñadas con este propósito.

⁷ El levantamiento de información en Azuay lo ejecuta el MAG de la provincia, debido a un convenio con EMAC EP, en el que se compromete a la realización de encuestas a agricultores inscritos en asociaciones agrícolas.



Por otro lado, el estudio de mercado requiere la ejecución de un muestreo estadístico que permita inferir la información de una muestra a la población, garantizando estadísticos confiables y baja inversión para su ejecución. El método de muestreo probabilístico al que se recurrirá es el muestreo estratificado, el cual consiste en dividir la población total en subconjuntos o estratos más pequeños y homogéneos para facilitar el proceso de selección y medición de la muestra bajo un enfoque cuantitativo para después seleccionar la muestra obtenida de forma aleatoria, garantizando que cada individuo de la población tenga la misma probabilidad de ser seleccionado (Roldan, 2017). La fórmula se detalla a continuación:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^L (N_i^2 \widehat{\sigma}_i^2 / a_i)}{N^2 D + \sum_{i=1}^L (N_i \widehat{\sigma}_i^2)} \quad (1)$$

donde, N_i es la población del estrato i , a_i la afijación proporción de estrato i , $\widehat{\sigma}_i^2$, la varianza estimada del estrato i , D el error, N el tamaño poblacional y n el tamaño de muestra.

Un paso necesario previo al levantamiento de información es la realización del pre-test o prueba piloto, que permite evaluar la encuesta sobre una pequeña muestra de la población de estudio. Como lo manifiestan Scheaffer, Mendenhall & Lyman (2007), el pre-test es crucial pues permite probar en el campo el cuestionario u otro dispositivo de medición, calificar a los entrevistados y comprobar el manejo de las operaciones de campo; esto es importante, pues una vez iniciado el trabajo de campo es imposible subsanar las posibles deficiencias, y la información que se recoja llevará incorporados errores que se podían haber solventado con una pequeña prueba piloto (Observatorio, 2012). Otro factor que conduce a la realización de ésta prueba es la estimación del sigma cuadrado (σ^2) de la población de estudio, necesario para el cálculo del tamaño muestral cuando buscamos estimar medias y totales de un atributo de la población (Scheaffer, Mendenhall, & Lyman, 2007).



Estudio técnico

El módulo técnico constituye un insumo esencial para la evaluación propuesta, pues permitirá en base al estudio de mercado determinar la capacidad de la planta y la elección de la alternativa de producción (Maldonado, 2006). Para determinar la capacidad de procesamiento de la planta de residuos sólidos orgánicos, se estimará las toneladas de residuos orgánicos provenientes de la ciudad en base a información que dispone EMAC EP. La definición del lugar en el que se instalará la planta se realiza en base a una valoración de variables que los encargados del proyecto consideran necesarias para el buen desarrollo del mismo, entre las cuales están: a) Cercanía de la planta al mercado e insumos, b) Disponibilidad de lotes, c) Aspectos legales y de infraestructura; otro componente relevante en este módulo es la determinación del nivel tecnológico con el que operará la planta.

La forma de proceder en este apartado será a través de los informes que presente el equipo técnico de la EMAC EP en cuanto a infraestructura y maquinaria apropiada, las cuales condicionarán el nivel de producción y los costos de operación e inversión.

Estudio financiero

El análisis financiero busca establecer los costos de operación e ingresos que poseerá la planta y la determinación de otros indicadores necesarios para la evaluación financiera del proyecto (Baca, 2013). Para ello, usa información recogida en el estudio de mercado, técnico y la que posee EMAC EP referente a la unidad de compostaje, la cual servirá de referencia para la proyección de la planta a 50 ton/día.

Evaluación financiera

Los resultados que se obtengan en los módulos anteriores permitirán realizar la evaluación financiera del proyecto, la cual determinara la rentabilidad de la inversión desde un punto de vista privado a través del VAN y la TIR (Baca, 2013), relación B/C y el periodo de recuperación de la inversión (I_0) descontado o contable (considerando o no el valor del dinero en el tiempo); los cuales se muestran a continuación:



$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} \quad (2)$$

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (3)$$

$$B/C = \frac{VAN}{VAP} \quad (4)$$

$$I_o = \sum_{t=1}^n F_t \text{ o } I_o = \frac{\sum_{t=1}^n F_t}{(1+i)^t} \quad (5)$$

donde, I_0 constituye la inversión del proyecto, F_t el flujo de caja generado a través del tiempo t , i la tasa de descuento y VAP el Valor Actual de la Inversión.

A través de la evaluación financiera se busca determinar la rentabilidad del proyecto, mediante la valoración del flujo de caja neto generado de la diferencia entre ingresos y egresos producidos por el proyecto valuados a precios de mercado, con una tasa de descuento que mida el costo de oportunidad de la inversión y retribución exigida al proyecto (Herrera, 2014).

Para la asignación de ingresos atribuibles al proyecto se toma como referencia la metodología para la evaluación económica de proyectos de gestión de residuos, planta de compostaje, presentada por la guía de la Unión Europea (2014) y la expuesta por la división de Evaluación Social de Inversiones del gobierno de Chile (2013). La variante realizada para la evaluación financiera es el uso de precios de mercado y una tasa de descuento financiera, en lugar de precios sombra y una tasa económica.

Los ingresos que tendrá el proyecto se derivan, principalmente, del ahorro bruto que percibirá la EMAC EP por la ejecución del mismo, debido al impacto directo de la unidad de compostaje en las finanzas de la institución; los cuales se describen a continuación:

- Ahorro de recursos por la recuperación de materiales para la producción de compost: El objetivo del proyecto es realizar un mejor aprovechamiento de los residuos orgánicos con valor económico, que caso contrario serían eliminados; esto conduce al ahorro de recursos desde el punto de vista de la sociedad debido a que reemplazan el uso de materia prima virgen. Para estimar su valor económico se utiliza el precio de mercado, pues se supone que refleja el costo de oportunidad del producto, el cual debe justificarse en la existencia de un mercado real para los productos generados y la consistencia de precio de mercado



existente y calidad comparable, en otras palabras, este ingreso se determina por las ventas de compost, cuantificado mediante la multiplicación del precio por la cantidad comercializada.

- Ahorro de recursos por los residuos evitados en el relleno sanitario: La menor disposición de desechos, por la ejecución del proyecto, en el relleno sanitario constituye un ahorro bruto directo para la municipalidad que debe financiar el tratamiento de los residuos en el relleno sanitario. La información necesaria para la valoración de este beneficio es el volumen (toneladas) de residuos que no van al relleno para su disposición final por el costo de tonelada tratada. La gestión de residuos en el relleno implica la estabilización de los mismos y el tratamiento del líquido (lixiviado) que se escurre de la basura orgánica, cuyos costos se establecen de la siguiente manera:
 - Tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos: La determinación del ahorro por este concepto se realiza a través de la cuantificación de las toneladas de residuos sólidos orgánicos que se evitan en el relleno por la ejecución de la planta, multiplicado por el costo del tratamiento de una tonelada de residuo.
 - Tratamiento de Residuos Líquidos: Para estimar el ahorro de recursos por el menor volumen de lixiviados emanados, se aplica el enfoque habitual que consiste en cuantificar las emisiones evitadas gracias al proyecto (medidas en metros cúbicos por tonelada) y multiplicarlas por el costo de tratamiento (medido en dólares por cada metro cúbico de emisión).
- Ahorro de recursos por el aumento de la vida útil del relleno sanitario: El incremento de la vida útil del relleno se genera como efecto de la recuperación de materiales reciclables, pues se reduce el volumen de desechos que se depositan en él. Lo anterior trae como resultado la postergación, por un periodo específico, de la inversión requerida para la construcción de un nuevo relleno sanitario. Para estimar el beneficio que representa la postergación en inversión, se considera el costo de oportunidad de los recursos comprometidos en la construcción de un relleno valorados a la tasa financiera de descuento (Patricia, y otros, 1998). Entre los rubros a considerar están los costos de inversión, operación e infraestructura.

La tabla 1 resume los ingresos que obtendrá la empresa mediante este proyecto.



Tabla 1: Ingresos (ahorros) generados por la planta de compostaje

Ingresos	Unidad de medida
Ahorro de recursos por la recuperación de materiales para la producción de compost (Venta)	Dólares por tonelada de compost vendido
Ahorro en el Tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos	Dólares por tonelada de residuo tratado
Ahorro en el Tratamiento de Lixiviados	Dólares por m ³ de lixiviado tratado
Aumento de la vida útil del Relleno Sanitario	Dólares ahorrados por postergación de inversión

Elaboración: Autores

Evaluación económica

Concluida la evaluación financiera se procede a la evaluación económica del proyecto, como lo manifiesta Maldonado (2006), el objetivo de esta evaluación es examinar el proyecto desde el punto de vista de toda la economía para determinar si su implantación mejorará el bienestar económico del país, mediante un análisis costó-beneficio bajo el enfoque de eficiencia.

Con el propósito de incorporar la evaluación de proyectos dentro del interés nacional, se debe reconocer la existencia de una función de bienestar que represente los deseos de una nación, donde maximizar la función de bienestar social es el objetivo de los gobiernos o dicho de otra manera, maximizar las variaciones positivas del bienestar social cuando se implementa el proyecto (Gómez, 2011). El bienestar de cada individuo está en función del consumo, por lo tanto, cuanto mayor es éste mayor es su bienestar. Si definimos a la función de bienestar social como W , esta se establece como la ecuación 6.

$$W = W(U_1, \dots, U_n) \quad (6)$$

donde, $U_i = U_i(C_i)$ representa la utilidad del individuo i y C_i la canasta de consumo del individuo i .

Considerando que la función de bienestar total (W) depende del nivel de bienestar de cada integrante de la comunidad (U_i), el cambio de bienestar social (ΔW), ecuación 7, generado por la ejecución del proyecto resulta de efectuar la diferencia entre la función evaluada en la situación con y sin proyecto, el resultado obtenido de esta resta está definido como la suma ponderada de las variaciones de bienestar de cada individuo; donde el impacto en las variaciones de cada



individuo en el bienestar social dependen de la ponderación que la sociedad asigna al bienestar de cada individuo. El parámetro distribucional o ponderador (ϕ_i) cambiará de acuerdo a las preferencias de la sociedad por realizar acciones que mejoren el bienestar de los más desfavorecidos, canalizadas a través de un organismo tomador de decisiones (Gómez, 2011).

$$\Delta W = \sum_{i=1}^n \frac{\partial W}{\partial U_i} \Delta U_i = \sum_{i=1}^n \phi_i VAN_i \quad (7)$$

donde, ΔW representa el cambio en la función de bienestar social del individuo $i = 1$ hasta n , $\frac{\partial W}{\partial U_i} \Delta U_i$ el cambio en la función de bienestar social ante un cambio del nivel de bienestar del individuo i , y ϕ_i el parámetro distribucional de individuo i .

El enfoque de eficiencia desde el punto de vista de la función de bienestar parte del supuesto que todos los individuos tienen la misma ponderación ($\phi_i = \phi$), es decir que un dólar adicional de beneficio para un individuo vale tanto como un dólar adicional de beneficio para otro. Los postulados que este enfoque sostiene son:

- El beneficio de una unidad adicional de un bien o servicio para un comprador es medido por su precio de demanda,
- El costo de oportunidad de una unidad adicional de un bien o servicio para un productor es medido por su precio de oferta; y,
- Cuando se evalúan los beneficios netos o los costos de una acción, estos deben ser analizados sin considerar a qué individuos van destinados.

Por lo tanto, la variación del bienestar se determina como indica la ecuación 8.

$$\frac{\Delta W}{\phi} = \sum_{i=0}^n VAN_i \equiv VAN \quad (8)$$

Para la evaluación económica, a más de los ingresos (ahora beneficios) expuestos en la evaluación financiera, directos e indirectos, se incluye las externalidades que generará la ejecución de la planta de compostaje que se describen a continuación. La tabla 2 resume los beneficios considerados en la evaluación económica.



- Beneficio por reducción de importaciones de fertilizantes orgánicos: La producción de compost genera una mayor oferta de fertilizantes orgánicos que alterará la cantidad importada del mismo. Teóricamente cualquier impacto del proyecto en la oferta de bienes comerciables (importados) no alterará la cantidad de bienes que se consume en el interior del país; por lo tanto, el efecto último de un incremento de la oferta de un bien importable es la disminución de la cantidad de importaciones del mismo. Por lo tanto, las divisas ahorradas por el país al producir estos bienes, son iguales al precio internacional (cif), expresado en divisas, multiplicado por la cantidad demandada u ofrecida por el proyecto (Cervini, 2002).
- Beneficio por variación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI): El ahorro de emisiones de GEI que se generan en la etapa de descomposición de residuos por el menor material orgánico dispuesto en el relleno sanitario, producto del tratamiento de esta fracción de residuos; implica un beneficio para la sociedad por disminuir la emisión de estos gases a la atmósfera. El método sugerido para monetizar las emisiones de GEI guardadas del proyecto de gestión de residuos consiste en multiplicar la cantidad de emisiones evitadas (en CO₂ por tonelada de material reciclado) por su costo económico unitario.

Evaluación social

Por otro lado, la metodología a seguir en la evaluación social del proyecto es la costó-beneficio bajo el enfoque distributivo, el citado enfoque aplica distintas ponderaciones a los beneficios y costos percibidos por diferentes grupos de participantes en la economía en función del nivel de ingresos, asignando pesos altos a pobres o desfavorecidos y bajos a grupos con mayor ingreso.

La idea de tales pesos es atractiva para la mayoría de las personas, pues se considera que un dólar incremental destinado a una persona más rica debería considerarse menos valioso, desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, que el mismo dólar destinado a una persona más pobre; la idea está relacionada al concepto de función de utilidad representativa, en la que se establece que la utilidad marginal del dinero extra disminuye a medida que aumenta el ingreso o la riqueza de las personas (Jenkins, Kuo, & Harberger, 2011).



Tabla 2: Beneficios economicos generados por la planta de compostaje

Beneficio	Tipo de efecto	Unidad
Ahorro de recursos por la recuperación de materiales para la producción de compost (Venta)	Efecto Directo	Dólares por tonelada de compost vendido
Ahorro en el Tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos	Efecto Indirecto	Dólares por tonelada de residuo tratado
Ahorro en el Tratamiento de Lixiviados	Efecto Indirecto	Dólares por m ³ de tratamiento
Aumento de la vida útil del Relleno Sanitario	Efecto Indirecto	Dólares ahorrados por postergación de inversión
Ahorro de divisas por reducción de importaciones de fertilizante orgánico	Externalidad	Dólares por tonelada de fertilizante orgánico
Variación en las emisiones de GEI	Externalidad	Dólares por tonelada de CO ₂ evitada

Elaboración: Autores

La literatura relacionada a tal enfoque propone que el impacto redistributivo de un proyecto sea valorado en dinero e incorporado en la estimación del VAN social (Gómez, 2011). Por ello, es necesario identificar el nivel de ingreso de los individuos que se ven afectados por la implantación del proyecto, para dar una valoración diferente a cada unidad monetaria, dependiendo del grupo de ingreso en el que se encuentre la población impactada por el proyecto; como lo indica la ecuación 9.

Una forma de considerar los efectos distributivos en la valoración de proyectos, es calcular el parámetro distribucional, ecuación 10, aproximándolo a partir de la cantidad de ingreso promedio de la economía (Y) respecto al ingreso del individuo i (Y_i), elevado a la sensibilidad alfa (α) que le asigna la sociedad a las medidas distributivas; cuando alfa es igual a cero, la sociedad no tiene en cuenta los aspectos distributivos, en cambio un valor de alfa igual a uno significa que la sociedad valora los mecanismos de distribución al extremo.



$$\Delta W = \sum \phi_i * VAN \quad (9)$$

$$\phi_i = (Y/Y_i)^\alpha \quad (10)$$

Igual a la evaluación económica, la social considera los mismos beneficios expuestos (tabla 2), con la diferencia que los multiplica con el ponderador distributivo para reflejar la valoración de la sociedad a aspectos distributivos.

Precios de eficiencia o sombra

Considerados los enfoques a utilizarse en la evaluación del proyecto es necesario realizar el ajuste de los datos utilizados en la evaluación financiera, es decir los ingresos y gastos deben ser transformados en beneficios y costos, con el propósito de analizar el proyecto desde el punto de vista económico y social a precios de eficiencia; haciendo uso de las Relaciones Precio Cuenta (RPC) que permiten eliminar las distorsiones de mercado (impuestos, subsidios y regulaciones como precios máximos o mínimos) que existen en las variables incluidas en la evaluación, excluyendo operaciones que consistan en transferencias al interior de la economía.

Finalizado el proceso de cuantificación de beneficios y eliminación de distorsiones se procede a determinar el beneficio neto (BN) económico y social del proyecto.

$$BN_t = -I_0 + (\sum_i X_i P_i - \sum_j Y_j P_j) \mp BNI_t \mp Ext_t \quad (11)$$

donde, I_0 representa la inversión, X_i , las cantidades vendidas de bienes y servicios por el proyecto, P_i el precio económico del bien final; Y_j constituye la cantidad de insumos utilizados en el proyecto; y, P_j el precio económico de los insumos; BNI_t los beneficios netos indirectos y Ext_t constituyen las externalidades.

El beneficio neto económico y social, al igual que el flujo neto de caja, se somete a criterios financieros de decisión similares a los utilizados en la evaluación financiera como el valor presente neto, la tasa interna de retorno, el indicador Beneficio-Costo (B/C) y Periodo de Recuperación descontado y contable, utilizando una tasa de descuento social que refleje el costo de oportunidad económico de los recursos que se utiliza.



Tasa de descuento

La fijación de la tasa financiera de descuento se realiza a través del Modelo de Costo de Capital Promedio Ponderado conocido como WACC, que combina el costo del capital propio, determinado a través del Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros o CAMP, y el costo de la deuda. Específicamente, el WACC representa el costo promedio de todas las fuentes de financiamiento (acciones y deuda) ponderadas por su peso relativo en la estructura de pasivos del proyecto (Herrera, 2014). Su expresión matemática se expresa a continuación:

$$WACC = \left[i_{de} \left(\frac{d}{d+cp} \right) \right] + \left[i_{cp} \left(\frac{cp}{d+cp} \right) \right] \quad (12)$$

donde, i_{cp} representa el costo de capital propio obtenido usando el CAMP e i_{de} el costo de la deuda de mercado. De igual manera, $\frac{d}{d+cp}$ representa la relación de la deuda con el total de financiamiento y $\frac{cp}{d+cp}$ la relación del capital propio con el total de financiamiento.

El costo de capital propio se determina mediante el CAMP, el cual se obtiene a través de la ecuación 13; su idea fundamental radica en que la tasa de rendimiento requerida por un inversionista para invertir en el proyecto es igual a una tasa de rendimiento libre de riesgo más una prima de riesgo, donde el único riesgo importante es el riesgo sistemático o de mercado (Besley & Brigham, 2009).

$$r_j = r_{lr} + \text{riesgo país} + \beta(r_m - r_{lr}) \quad (13)$$

donde; r_j , r_{lr} y r_m representa la rentabilidad esperada o costo de capital del proyecto de inversión, la rentabilidad del activo libre de riesgo y la rentabilidad de mercado respectivamente; en cambio, β es el coeficiente beta que mide el riesgo de mercado, mientras que el riesgo país representa el factor de corrección del rendimiento de mercado para países emergentes.

Por otro lado, la tasa social de descuento a utilizarse en la evaluación económica y social es determinada por instituciones gubernamentales del país, por lo que se tomará la que estas presenten por considerarse oficiales.



Análisis de incertidumbre y riesgo

Según Sapag (2011), los resultados obtenidos al emplear los criterios de evaluación no miden con precisión la rentabilidad del proyecto sino solo la de uno de muchos escenarios potenciales; debido a las variaciones que con seguridad se generaran en la conducta de las variables del entorno. La existencia de dudas del cumplimiento del escenario proyectado obliga a establecer medidas que permitan prever la sensibilidad de la rentabilidad a cambios dentro de intervalos probables en los supuestos que sirvieron de base para establecer costos y beneficios. A continuación, se detallan los métodos a utilizarse para este análisis.

Análisis de sensibilidad del proyecto en condiciones de incertidumbre

Para este análisis se consideran los procesos de simulación determinística, con el uso del método de análisis de escenarios y el cálculo de puntos críticos. El modelo de evaluación de escenarios al que se recurre es el de sensibilización de Hertz o análisis multidimensional, que analiza que sucede con el VAN cuando se modifica el valor de una o más variables que se consideran susceptibles de cambiar durante el periodo de evaluación, planteando un escenario pesimista y optimista (Sapag, 2011); por otro lado, el análisis de puntos críticos o unidimensional en lugar de analizar qué pasa con el VAN cuando se modifica una o más variables, plantea se determine la variación máxima que puede resistir el valor de una variables relevante para que el proyecto siga siendo atractivo para el inversionista (Sapag, 2011).

Según Gupta (2001), los pasos a seguir para el análisis de sensibilidad son: a) Realizar un análisis de caso base, sobre las expectativas futuras, b) Identificar los supuestos claves del caso base analizado, estos pueden ser: niveles de ingresos, costos operativos, etc.; (empresa) o tasas impositivas, inflación, etc., (país), y c) Cambiar una hipótesis y observar el efecto causado en los criterios de decisión (VAN, TIR, etc.). De igual manera, según Sapag (2011), el análisis de puntos críticos indaga solo el valor crítico que puede tomar una variable, dicho de otro modo, aquella cifra que haga al VAN igual a cero, seleccionando la variable que considera más incierta y con alto impacto sobre la rentabilidad.



Análisis del proyecto en condiciones de riesgo

En una evaluación financiera es indispensable establecer el riesgo al que se expone el proyecto producto de la fluctuación de las condiciones iniciales, en las variables consideradas, bajo las cuales se ha estudiado la factibilidad del proyecto; generalmente se supone comportamientos fijos para cada variable bajo un escenario de certidumbre, sin embargo, siempre existirán dudas del cumplimiento del escenario proyectado (Sapag, 2011).

Un instrumento utilizado para evaluar el riesgo asociado al proyecto es la simulación aleatoria de Montecarlo; la cual permite incorporar aleatoriedad a la información considerada en el análisis a través de la asignación de distribuciones de probabilidad, para observar el impacto generado en los indicadores financieros. Las variables que afectan en mayor medida los flujos de efectivo (niveles de ingresos) y aquellas con la mayor incertidumbre son necesarias a tomar en cuenta en dicho análisis.

Según Marom (2010), la simulación de Montecarlo se ejecuta de la siguiente manera: a) Seleccionar las variables de riesgo del proyecto, b) Identificar los límites de rango para estas variables de proyecto, c) Establecer las probabilidades para este rango de valores, d) Especificar las relaciones para las variables correlacionadas, e) Realizar simulaciones basadas en las variables identificadas y sus correlaciones, f) Realizar un análisis estadístico de los resultados obtenidos en los pasos anteriores.

Desarrollo del proyecto

Estudio de mercado

Definición del producto

El compost de la EMAC EP es un abono elaborado a través de residuos orgánicos recolectados en mercados, áreas verdes (pasto, poda de árboles) y grandes generadores de la ciudad de Cuenca que se comercializan bajo la marca BioEMAC; los cuales a través de un proceso biológico controlado permiten la obtención del producto. Las propiedades químicas del compost obtenido por la empresa a través de un análisis de laboratorio se presentan en la tabla 3.

Tabla 3: Composición química del compost

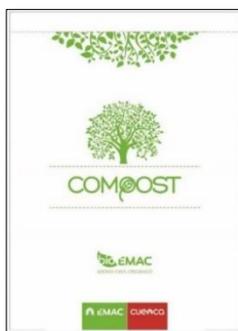
Ph	7,0-8,5
Relación C/N	15-25
Materia orgánica	>20%
Nitrógeno	0,5-1%
Fósforo	250-500 ppm
Potasio	0,5-0,6%

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

El compost está dirigido al uso de jardinería, pastos y cultivos diversos por considerarse un mejorador de suelos inocuo; su modo de empleo dependerá del tipo de cultivo, por ejemplo, para huerta o jardín se recomienda remover la tierra y aplicar compost BioEMAC de 2 a 5 kg/m², en pastos una capa de 1 a 2 cm sobre el mismo, para sustrato mezclar 2/3 partes de tierra vegetal y una parte de compost BioEMAC.

Existen 3 presentaciones para la venta del producto de 35, 15 y 3 kilogramos que se venden en sacos de polipropileno y fundas. La ilustración 1 muestra el diseño del saco de compost de 35 kg con el nombre comercial compost y la bajo la marca BioEMAC, en él se explica la materia que sirve de insumo para elaborar el producto, su modo de empleo y medios a través de los cuales se puede recibir información del producto; se detalla únicamente la presentación de 35 kg pues las de 15 kg y 3 Kg presentan la misma información a escala proporcional al tamaño.

Ilustración 1: Presentación del saco de compost BioEMAC



Fuente: EMAC EP



Definición de mercado

El mercado constituye la población que demandará el compost que se genere con el proyecto, por ello es fundamental definirlo adecuadamente. Este estudio tiene como mercado objetivo la pequeña agricultura campesina caracterizada por poseer el 70% de los predios dedicados a la agricultura en Azuay y Cañar (MAGAP, 2016). Este segmento de mercado además se caracteriza por la reproducción social de la familia agrícola, el limitado acceso a la tierra, la integración parcial en el mercado y el predominio del uso de mano de obra familiar no remunerada, su modo de producción se basa en pequeños minifundios de uno a cinco hectáreas con una pequeña agricultura para consumo y en menor porcentaje para la comercialización en mercados locales (MAGAP, 2016); sin embargo, garantizan la soberanía alimentaria y la generación de la mayor cantidad de empleo en el sector rural. Adicionalmente, también se toma en cuenta la distancia existente entre Cuenca y los cantones de las provincias estipuladas, debido a los costos de transporte que acarrearía llevar el producto a poblados distantes o con baja presencia agrícola y ganadera⁸.

Muestra

El estudio de mercado requiere la aplicación de encuestas de oferta y demanda a una muestra determinada. Un buen marco muestral que reúne a agricultores con características establecidas en la definición de mercado es el listado de asociaciones agropecuarias que posee el MAG de Azuay y Cañar y el que dispone AGROCALIDAD referente a los centros agropecuarios. Previo a establecer la muestra se aplicó una prueba piloto que permitió afinar las encuestas y calcular la varianza para determinar el tamaño de muestra. La falta de un criterio objetivo para definir el número de encuestas piloto a realizar condujo a apoyarnos en bibliografía referente a ésta, así encontramos a Innovum-Fundación Chile (2016), Observatorio (2012), Cadem (2016) y Martin (2004), que manifiestan que el borrador del cuestionario debería ser de 20, 15-20, 25 y 30-50 encuestas respectivamente; basándonos en lo expuesto, se realizaron 30 encuestas piloto de oferta y 40 de demanda por encontrarse dentro de las recomendaciones, las cuales se distribuyeron aleatoriamente en las provincias de Azuay y Cañar.

⁸ Ver anexo 1.1



Tamaño de muestra

Para el cálculo del tamaño de muestra de oferta se requirió una depuración del listado obtenido de AGROCALIDAD⁹, debido a la doble cuantificación de determinados centros agropecuarios que poseían bodegas para el almacenamiento de fertilizantes y de centros agropecuarios de perfil veterinario que no venden fertilizantes; realizado esto, la población establecida fue de 145 locales¹⁰. El tamaño de muestra se calculó a través del muestreo estratificado; sin embargo, producto de la significativa variabilidad¹¹ existente en la oferta mensual de fertilizantes orgánicos por parte de los almacenes de expendio de insumos agrícolas, recogida a través de la prueba piloto, y el reducido tamaño de la población; la muestra es igual a la población¹², esto conduce a realizar un censo de los establecimientos agropecuarios expuestos por AGROCALIDAD. Para el cálculo de la varianza (variabilidad) se utilizó la cantidad de abono orgánico, medido en sacos de 45 kg, que se venden al mes en los centros agropecuarios encuestados.

Por otro lado, para el cálculo del tamaño de muestra de demanda se aproxima la población agrícola a través del número de familias¹³ que habitan en el sector rural de las provincias de Azuay y Cañar, sin considerar la Troncal, en base a información presentada por el Censo de Población y Vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Según el censo, 37% y 49% de jefes de hogar que habitan en el sector rural en las provincias de Azuay y Cañar respectivamente, se encuentran empleados en agricultura; considerando al jefe de hogar como elemento de investigación, debido a que es el responsable de administrar el hogar y tomar decisiones relacionadas al uso de fertilizantes, se estima una población agrícola de 37.807 familias en Azuay y 16.877 en Cañar.

La significativa variabilidad en el consumo de fertilizante, recogida a través del pre-test, obliga a segmentar la población de estudio de acuerdo al nivel de consumo en el mercado definido previamente; para ello se recurre a información presentada por la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) del año 2017 referente al uso de fertilizante y la expuesta por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2016), relativo a las características de este fragmento de población en las diferentes zonas de planificación;

⁹ Ver anexo 1.2

¹⁰ Ver anexo 1.3

¹¹ Ver anexo 1.4

¹² Ver anexo 1.4 y 1.5

¹³ Ver anexo 1.6



considerando estos aspectos, el muestro estratificado, afijación proporcional al tamaño de la población y un 95% de confianza se establece un tamaño de muestra de 565 encuestas, distribuidas 391 en Azuay y 174 en Cañar¹⁴.

Instrumentos de recolección de datos

Encuesta

La prueba piloto de oferta y demanda permitió identificar aquellas preguntas que causaban confusión y ajustar el diseño inicial de la encuesta, con el propósito de evitar sesgos de estructura y efecto fatiga.

La encuesta de oferta fue dividida en cuatro secciones: información general, comercialización de fertilizantes, tendencia de compra-abastecimiento y comercialización. La primera recoge aspectos generales del local investigado, la segunda datos referentes a las características de los fertilizantes orgánicos y químicos ofertados, sus precios y ventas mensuales; la tercera indaga la disposición a adquirir compost para su comercialización, así como las razones que desalentarían; finalmente, la cuarta sección examina el lugar desde el cual se provee fertilizantes orgánicos, incentivos por adquisición, forma de comercialización, modalidad de venta y medios de comunicación utilizados para conocer de la oferta existente de fertilizantes orgánicos.

De igual manera, la encuesta de demanda consta de cinco secciones: datos de localización, perfil del consumidor, consumo de abonos orgánicos y químicos, tendencias de compra y conocimiento del abono orgánico que vende EMAC EP. La primera y segunda sección recogen aspectos generales del agricultor o ganadero, la tercera recaba aspectos relacionados al consumo de fertilizantes orgánicos y químicos; la cuarta recolecta información relativa a la compra abono orgánico; por último, la sección cinco indaga características vinculadas al conocimiento que existe en el mercado del compost de la empresa, los beneficios que esperaría y la disposición a comprar el producto.

El diseño de las encuestas se realizó con el objetivo principal de recoger información que permita realizar el estudio de oferta y demanda, sin embargo, también se incluyó preguntas que posibiliten realizar el análisis de precios y canales de distribución, indispensables en el estudio de mercado.

¹⁴ Ver anexo 1.7, 1.8, 1.9 y 1.10

Entrevista

Recopilar información, en empresas estatales, referente a producción, precios y comercialización de compost requirió el desarrollo de entrevistas con el personal encargado de la unidad de compostaje, previo a la realización de oficios dirigidos al gerente de cada institución en la que se especificaba la información necesaria y el uso de la misma¹⁵.

Demanda

Consumo histórico

De acuerdo al informe emitido por el INEC (2017) con base en la ESPAC, de la superficie total (12'355.146 has) del país, el mayor porcentaje (46%) está ocupado por bosques y montes, seguido de pastos cultivados (20%) y cultivos permanentes (12%), detrás de estos se encuentra la ocupada en cultivos transitorios (7%) dejando la superficie restante a otros usos, pastos naturales, paramos y descanso. En 2016 a nivel nacional la superficie destinada a cultivos permanentes presenta un decrecimiento de 0,6%, contrario a cultivos transitorios y pastos cultivados que se incrementan en 6% cada uno.

Tabla 4: Uso del suelo por categoría 2017

Uso del suelo	Azuay		Cañar		Consolidado	
	Has	Participación	Has	Participación	Has	Participación
Cultivos Permanentes	11.465	2,1%	25.485	11,5%	36.951	4,8%
Cultivos Transitorios Y Barbechos	16.848	3,1%	7.014	3,2%	23.862	3,1%
Descanso	2.130	0,4%	605	0,3%	2.735	0,4%
Montes Y Bosques	264.992	48,7%	71.215	32,0%	336.207	43,9%
Otros Usos	28.266	5,2%	11.478	5,2%	39.744	5,2%
Pastos Cultivados	81.004	14,9%	37.601	16,9%	118.605	15,5%
Pastos Naturales	98.381	18,1%	41.009	18,4%	139.390	18,2%
Páramos	40.651	7,5%	28.079	12,6%	68.730	9,0%
Total	543.737	100%	222.486	100%	766.223	100%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)-ESPAC, **Elaboración:** Autores

El comportamiento es similar en las provincias de Azuay y Cañar, donde la mayor superficie está ocupada por montes y bosques, y la destinada a cultivos representa el 23% con un peso predominante de pastos cultivados del 15%, como se detalla en la tabla 4. Al interior de las

¹⁵ Para ver el diseño de los instrumentos de recolección de datos, ver anexo 1.11



provincias, Cañar tiene una superficie dedicada a cultivos permanentes 5,5 veces mayor en términos relativos y 2,2 veces más en términos absolutos con respecto a Azuay, sin grandes diferencias en cultivos transitorios y pastos cultivados.

Según la ESPAC (2017), el total de superficie plantada/sembrada (cultivo de pastos, permanentes y transitorios) en Azuay es de 109.317 hectáreas de las cuales 43.213 (39%) usan insumos orgánicos o químicos; dentro del área fertilizada la mayor superficie (62%) usa insumos orgánicos, en donde pastos y transitorios poseen un 60% y 38% de la extensión total y solo un 2% está ocupada en permanentes. Por otro lado, la superficie plantada en Cañar es de 70.100 hectáreas, donde 30.350 (44%) usan insumos naturales o sintéticos; a diferencia de Azuay en donde la mayor longitud cultivada usa fertilizantes orgánicos, en ésta provincia la mayor superficie (56%) es cultivada con fertilizantes químicos; sin embargo, entre los cultivos que usan orgánicos la fracción más grande correspondiente a pastos cultivados (46%) seguido por cultivos permanentes (36%) y transitorios (18%).

Los productos transitorios de mayor extensión agrícola en Azuay en los que se usa fertilizantes orgánicos son el maíz suave, frejol y haba secas; algo similar ocurre en Cañar donde el maíz suave y frejol son los más representativos y la papa ocupa el tercer lugar. En lo concerniente a frutos permanentes, el cacao y caña de azúcar poseen una significativa extensión fertilizada en Azuay; de igual forma, el cacao, banano y caña de azúcar son predominantes en Cañar, sin embargo, a diferencia de los transitorios estos cultivos destinan pocas hectáreas a la siembra con fertilizantes orgánicos optando por el uso de químicos.

Por otro lado, en lo que concierne al uso de fertilizantes orgánicos, la región está enfocada al uso de estiércoles de ganado y guano de aves tanto en cultivos permanentes como transitorios, es así que entre el año 2014 al 2017 del total de fertilizante orgánico utilizado, en promedio el 94% y 78% constituye estiércol en Azuay y Cañar respectivamente, complementándose la proporción restante con fertilizantes fermentados. A su vez, en lo relacionado al uso de fermentados, en términos relativos, el compost y humus constituyen los más utilizados; si se lo analiza por provincia Azuay consume igual cantidad de compost (29%) y humus (30%) del total de fermentados; contrario a Cañar en donde el fertilizante más utilizado (94%) es compost. Es importante destacar el significativo uso de compost en el cultivo de flores en las provincias, con un peso predominante del consumo en Azuay.



Preferencias del consumidor

A continuación, se expone de forma cronológica los resultados obtenidos de la encuesta de demanda¹⁶ que permitirán conocer el comportamiento del agricultor con respecto al uso de fertilizantes y cuantificar la demanda de compost que poseerá BioEMAC.

Consumo de fertilizantes

En las provincias de Azuay y Cañar existe un comportamiento diferente referente al uso de fertilizantes. En Azuay se observa una mayor tendencia al uso simultaneo de fertilizantes orgánicos y químicos (53%) seguido de orgánicos (45%), contrario a Cañar que está enfocado al uso de fertilizantes orgánicos (48%) y en segundo plano está el uso combinado (39%); por otro lado, usar únicamente fertilizantes químicos es una práctica poco común en la pequeña agricultura campesina de los estratos estudiados.

Los fertilizantes orgánicos de mayor uso en sus cultivos son los estiércoles, es así que la mayoría de personas dedicadas al sector agrícola en Azuay (45%) y Cañar (93%) lo emplean, donde la gallinaza/pollinaza y estiércoles de animales son los de mayor consumo y tan solo un 3% y 5% en las provincias mencionadas, usa fermentados. El agricultor de Azuay muestra una tendencia a mezclar diferentes tipos de fertilizantes orgánicos en sus cultivos, específicamente, combina estiércoles con fermentados y líquidos (52%) algo que no se aprecia en Cañar.

Si se analiza la cantidad (toneladas) de fertilizante orgánico usado, se evidencia que los estiércoles son los de mayor consumo, en Azuay estos representan un 88% y en Cañar el 98% del total de orgánicos, dejando una participación muy pequeña a fermentados, como se muestra en la tabla 5. De todos los fertilizantes la gallinaza/pollinaza es la de mayor consumo anual, contrario al compost con reducidos niveles de participación que en el mejor de los casos no sobrepasa el 4%.

En fertilizantes orgánicos líquidos, el Biol constituye el más empleado, en químicos, la urea y el abono compuesto, en enmiendas, la cal agrícola es la de mayor explotación. Se compara el consumo de fertilizantes orgánicos en relación al uso de químicos y se evidencia que este es 31 y 36 veces mayor en Azuay y Cañar respectivamente, mostrando con ello la exuberante presencia de este tipo de insumo en el campo.

¹⁶ Ver anexo 1.12

Tabla 5: Uso de fertilizante orgánico por parte de agricultores por estrato

Tipo	Fertilizante	Azuay (Ton/año)	Participación	Cañar (Ton/año)	Participación
Estiércoles (Ton)	Estiércol (Animales)	776	17,19%	478	9,86%
	Gallinaza/Pollinaza	3.181	70,42%	4.281	88,32%
	Otros	0	0,00%	2	0,05%
Fermentados (Ton)	Humus	32	0,70%	85	1,76%
	Compost	167	3,69%	0	0,01%
	Bocashi	354	7,83%	0	0,00%
	Otros	8	0,18%	0	0,01%
Total		4.517	100%	4.847	100%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

Por otro lado, la principal razón que motiva al uso de fertilizante orgánico es la mayor fertilidad en los suelos cultivados con su aplicación. Si se compara por estrato, éste motivo es de mayor importancia en Cañar (53%) que en Azuay (30%). En Azuay, después de la causa citada, el incremento en la producción y la mejor calidad del producto (15% y 8%) explican su utilización; por otro lado, Cañar coloca a la mejor calidad del producto (22%) por encima de la productividad (11%). La encuesta evidencia que los agricultores de Azuay están inducidos a la utilización de abono orgánico por los múltiples beneficios que produce como la mayor fertilidad del suelo, mejor calidad de los productos e incrementos de la producción (48%), contrario a Cañar donde la fertilidad del suelo constituye la razón preponderante.

La forma en la que obtienen el abono orgánico es diferente, Azuay se caracteriza por el predominio de la producción de fertilizante orgánico (39%) sobre la compra (29%), después de éstas, la producción y compra (27%) se establece como una forma de obtención destacable; por el contrario, en Cañar existe una mayor tendencia a la compra (52%) con una considerable producción autónoma (35%) y en menor medida la combinación producción y adquisición (11%).

Compra de fertilizante orgánico

La tabla 6 muestra el total de fertilizante orgánico utilizado anualmente, donde la mayor cantidad es adquirida, con proporciones distintas si se lo compara por estrato. En Azuay la cantidad adquirida representa más de la mitad (54%) del fertilizante usado, donde gallinaza/pollinaza y otros fermentados son comprados en mayor proporción, los demás fertilizantes no poseen representativos porcentajes de compra, a excepción de bocashi, lo que evidencia la alta capacidad productiva de los agricultores en fertilizantes.

Tabla 6: Compra de fertilizante orgánico (ton/año) por parte de agricultores por estrato

Tipo	Fertilizante	Azuay			Cañar		
		Uso	Compra	Compra/Uso	Uso	Compra	Compra/Uso
Estiércoles	Estiércol (Animales)	776	78	10,07%	478	35	7,33%
	Gallinaza/Pollinaza	3.181	2.319	72,67%	4.281	4.169	97,39%
	Otros	0	0	6,67%	2	2	92,59%
Fermentados	Humus	32	0	0,42%	85	80	93,87%
	Compost	167	11	6,88%	0	0	-
	Bocashi	354	39	11,02%	0	0	-
	Otros	8	6	74,60%	0	0	100,00%
	Total	4.517	2.454	54,14%	4.847	4.287	88,44%

Fuente: Encuesta de demanda, **Elaboración:** Autores

Contrariamente, en Cañar la cantidad comprada representa casi la totalidad de lo que usa (88%), únicamente el estiércol de animal tiene un alto nivel de producción que se explica por la posesión de animales en sus parcelas, de los cuales el agricultor recolecta su excremento y lo usa para fertilizar sus cultivos.

Dentro de los fertilizantes orgánicos que se adquieren, tabla 6, la gallinaza/pollinaza es la más común. Específicamente, en Azuay constituye casi la totalidad (94%) del abono comprado, seguido de forma distante (3%) por estiércoles; del mismo modo, Cañar compra en su mayoría gallinaza/pollinaza (97%) ubicándose lejanamente humus (3%) como el segundo de mayor compra¹⁷. Su comercialización se da en sacos de polipropileno, con un contenido que oscila entre los 23 y 45 kilogramos.

El aspecto que consideran al momento de comprar el abono orgánico es diferente en los estratos. En Azuay el precio constituye la principal característica (73%) observada al momento de comprar, seguido de la calidad del producto (24%); al contrario, en Cañar los agricultores valoran más la calidad (65%) quedando en segundo plano (30%) el precio de venta; en lo que respecta a cantidad, esta es una propiedad poco considerada al adquirir fertilizantes orgánicos. Ahora bien, entre los agricultores que han adquirido algún tipo de fertilizante orgánico ofertado en el mercado consideran que la calidad de éstos, en términos de rendimiento, es buena en los dos estratos considerados; en Azuay, dicha calificación es la más representativa (61%), ubicada por encima de opiniones como regular (19%), excelente (18%) y malo (2%) con similar tendencia en Cañar.

¹⁷ Ver anexo 1.12 pregunta 7.1



Consumo en función del nivel de precios e ingreso

La encuesta de demanda evidencia un comportamiento del agricultor al uso de estiércoles, principalmente la gallinaza/pollinaza, por poseer el precio promedio por kilogramo más bajo del mercado, que bordea los \$ 0,03 centavos; por el contrario, fertilizantes fermentados con un precio promedio por kilogramo más elevado en relación a estiércoles, entre \$ 0,05 a \$ 0,30 centavos, no tienen una proporción de compra representativa, con un porcentaje de alrededor del 3% de total de compra; esto demuestra que manteniendo constante el ingreso del agricultor, un mayor precio en estos insumos generará una disminución en la demanda de cualquier tipo de fertilizante. Por otro lado, si se mantienen constantes los precios de fertilizantes orgánicos e incrementa el nivel de ingreso del agricultor se asume que este tenderá al uso de fertilizantes fermentados debido a los mayores nutrientes que aporta a la tierra, como se enuncio anteriormente, disminuyendo el nivel de compra de estiércoles.

Estimación de demanda

La demanda de compost que tendrá el proyecto se determinará a través de la suma de la cantidad requerida por dos fuentes: demanda externa, constituida por los agricultores de Azuay y Cañar definidos en el estudio de mercado y la demanda interna, establecida por el consumo que tiene la EMAC EP de este insumo para fertilizar áreas verdes de la ciudad de Cuenca.

Para establecer la demanda de compost en los estratos (externa) se ha usado información recogida en la encuesta, a través de la cual se estima los parámetros: proporción de agricultores dispuestos a comprar el producto, proporción de agricultores que usan fertilizantes orgánicos fermentados y el promedio de consumo de compost anual. Por otro lado, para establecer la demanda interna de compost de EMAC EP se considera la estimación realizada por Nelson Días, jefe del departamento de áreas verdes de la institución, que la determina en función del número de hectáreas a fertilizar por año y la cantidad de producto a colocar sobre la superficie.

Con el objetivo de estimar la demanda externa que tendrá el producto se indaga la disponibilidad a comprar el compost elaborado por la empresa, mediante la siguiente pregunta: ¿Compraría usted el compost 100% orgánico que produce la EMAC EP y se vende en sacos de 35kg a un precio de \$ 4¹⁸ dólares? Los resultados de esta interrogante muestran una amplia disposición a comprar el producto en ambos estratos, específicamente, 90% de los agricultores de

¹⁸ Establecido por la EMAC EP



Azuay y 83% de Cañar tiene una actitud positiva a adquirir el producto; sin embargo, los principales aspectos que desalientan su adquisición son el elevado precio y la capacidad del agricultor de producir fertilizantes. Si bien, existe una alta disposición a comprar el producto, su compra efectiva está condicionada a los beneficios que pueda proporcionar su uso en las parcelas, a saber, mejoramiento de la calidad de los cultivos y mayor rendimiento.

Con la información recogida en la encuesta de demanda, se estima que en la región (Azuay y Cañar) el 88% (48.197) de los agricultores tienen una actitud positiva a adquirir compost, 27% (12.956) usa fertilizantes de tipo fermentado (humus, compost, bocashi, otros), 11% (5.370) compra fertilizantes fermentados¹⁹ y el promedio²⁰ de consumo anual de compost en el segmento estudiado es de 1.543 kg.

Expuesto estos parámetros y asumiendo que BioEMAC garantiza los resultados que busca el agricultor, se estima la demanda potencial y efectiva de compost. Si bien se evidencia una alta disposición a la compra, ésta no se considera como único criterio para establecer la demanda debido al carácter subjetivo de tal afirmación, por ello, para establecer la demanda potencial se considera la proporción de agricultores que manifiestan una actitud positiva a comprar compost BioEMAC y a su vez usan fertilizantes fermentados sea este comprado o producido autónomamente, en cambio, para la efectiva se toma aquellos que compran fertilizantes fermentados y tienen disposición a adquirir el compost de la institución; en ambos casos tal cantidad de personas se multiplica con el promedio anual de consumo de compost. Se usa la proporción correspondiente a aquellos que utilizan y compran, debido a la alta probabilidad que el agricultor mantenga este comportamiento en el futuro; de esta manera se estima una demanda de mercado efectiva de 8.287 y una potencial de 19.994 toneladas anuales de compost para el 2018, tabla 7, estimados en base a los parámetros que se detallaron.

Tabla 7: Estimación de la demanda externa de compost anual

Demanda	Promedio consumo (kg/año)	Agricultores	Total (kg/año)	Total (ton/año)
Efectiva		5.370	8.287.145	8.287
Potencial	1.543	12.956	19.994.087	19.994

Fuente: Encuesta de demanda, **Elaboración:** Autores

¹⁹ Ver anexo 1.12 pregunta 14.1

²⁰ Ver anexo 1.12 pregunta 15



De igual manera, para estimar la demanda interna de compost se considera el objetivo planteado por la institución de fertilizar con compost el 15% del total de áreas verdes de la ciudad que sufren erosiones, en mayor medida, debido a las actividades que en ella se realizan. Según la institución, en el 2018 existieron 393 hectáreas de áreas verdes, de las cuales 59 se fertilizaron con 1 cm de espesor sobre la superficie. La cantidad de compost necesario para fertilizar esta extensión fue de 2.950 toneladas año como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8: Estimación de la demanda interna de compost anual

Área total (Hectáreas-m²)	393 has	3.932.700 m²
Porcentaje a fertilizar (Superficie)		15%
Área efectiva a fertilizar (m ²)		589.905
Espesor de compost por m ² (cm)		1
Volumen por año (m ³)		5.899
Peso específico del compost (Ton/m ³)		0,50
Peso anual de compost requerido (Ton)		2.950

Fuente: EMAC EP-Departamento de áreas verdes, **Elaboración:** Autores

Por otro lado, la necesidad de conocer la demanda de compost durante el periodo de vida útil del proyecto implica proyectar la información actual; de esta manera para conocer la demanda externa se utiliza la tasa promedio de crecimiento del sector agrícola de los años 2013 al 2017 correspondiente a las provincias de Azuay y Cañar, calculado a través del Valor Agregado Bruto (VAB) agrícola presentado por el Banco Central, (2017) cuyo valor es de 3,03%; en cambio, la demanda interna se ajusta al ritmo de crecimiento poblacional del cantón Cuenca, pues el número de metros cuadrados de área verde por habitante disminuye a medida que esta crece, volviéndose necesario aumentar la superficie destinada a este propósito a fin de cumplir la cantidad que requiere la ciudad para catalogarse como sustentable. De acuerdo al INEC, Cuenca crece en promedio a una tasa del 1,02%.

Tomando de base la demanda estimada para el 2018 y las tasas de crecimiento se determina la demanda de compost para el periodo de operación de la planta, 2023-2032, la cual se muestra en la tabla 9; en ella se observa que la demanda de compost en la región será de 12.878 toneladas en el año 2023, de las cuales el 75% corresponde a la demanda externa y un 25% a interna.

Tabla 9: Estimación de la demanda de compost

Año	Demanda		Total (Ton/año)
	Externa* (Ton/año)	Interna ** (Ton/año)	
2023	9.621	3.257	12.878
2024	9.913	3.322	13.234
2025	10.213	3.388	13.601
2026	10.522	3.456	13.978
2027	10.841	3.525	14.366
2028	11.170	3.595	14.765
2029	11.508	3.667	15.176
2030	11.857	3.741	15.598
2031	12.216	3.816	16.032
2032	12.586	3.892	16.478

Fuente: *Encuesta de demanda, **Departamento de áreas verdes-EMAC **Elaboración:** Autores

En el mercado analizado existe un desconocimiento generalizado del compost que produce la EMAC EP a base de residuos orgánicos y arbóreos; únicamente el 13% y 19% de los agricultores encuestados en Azuay y Cañar saben de su existencia; sin embargo, a pesar de no existir un número significativo de personas, el producto tiene un buen concepto de calidad en términos de rendimiento; este hecho demuestra la necesidad de ejecutar políticas que permitan dar a conocer el producto para garantizar el nivel de demanda estimado. Otro elemento crucial a considerar es el precio que los agricultores estarían dispuestos a pagar por un saco de compost de 35 kg y los servicios colaterales del producto. El valor de \$ 2 dólares se destaca como el de mayor disposición, aunque en Cañar existe una aceptable disposición a pagar el precio establecido (\$ 4), en servicios colaterales, Azuay destaca la garantía del producto (28%) y la asesoría técnica (4%) contrario a Cañar en donde no se encuentra ninguno, por lo tanto, se vuelve necesario implantar alguno de estos servicios para aumentar la probabilidad de éxito del producto.

Oferta

En lo que concierne a producción de fertilizantes orgánicos de origen animal tratados o no químicamente el país es autosuficiente, pues casi la totalidad de fertilizante orgánico utilizado en la agricultura (99%) es producido por el agricultor y empresas establecidas en el país. Si se analiza las importaciones en la tabla 10, en los últimos cuatro años se evidencia que la cantidad promedio anual comprada es muy baja en relación al consumo (0,04%), sin mostrar una tendencia creciente; donde los mayores proveedores son España y Colombia. De igual forma las ventas (exportaciones) representan un porcentaje mínimo en relación a la producción nacional (0,006%); con Perú y Francia como los países que adquieren la mayor cantidad.



Tabla 10: Importación, exportación, consumo y producción de fertilizante orgánico en Ecuador

Año	Importaciones (ton)*	Exportaciones(ton)*	Consumo (ton)**	Producción nacional (ton)
	A	B	C	D=C+B-A
2014	7.498	128	9.535.826	9.528.456
2015	541	140	1.669.682	1.669.281
2016	289	303	2.702.296	2.702.310
2017	733	203	4.139.398	4.138.867

Fuente: *Banco Central del Ecuador, **Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)-ESPAC, **Elaboración:** Autores

Al igual que en la encuesta de demanda a continuación se expone de forma cronológica los resultados obtenidos de la encuesta de oferta²¹. Dentro del área a cubrir por el proyecto se ha identificado a empresas estatales y privadas que colocan algún fertilizante orgánico con un mayor o menor proceso. Entre las públicas presentes en Cañar figuran la Dirección de Gestión Ambiental del municipio de Azogues y la EMMAIPC EP, en Azuay están la EMMAICJ EP, EMAC EP y la EMURPLAG EP que producen compost a base de residuos orgánicos procedentes de la recolección de basura y desechos provenientes del camal.

Dentro del sector privado se ha cuantificado a veinte empresas y cinco personas naturales que expenden 40 tipos de fertilizantes orgánicos, de los cuáles el 88% son sólidos y el 12% líquidos. Sin embargo, a pesar de la amplia variedad de proveedores y fertilizantes (sólidos) ofertados en el mercado, Ecoabonaza es el de mayor presencia en los centros agropecuarios pues el 30% lo comercializan, mismo que pertenece a Pronaca, el cual vende el producto bajo la marca La India.

La cuantificación de la oferta anual de fertilizantes sólidos orgánicos en la región se la realiza a través de la suma de la cantidad vendida por los almacenes de expendio de insumos agrícolas y las empresas de recolección de basura presentes en las provincias de Azuay y Cañar, que producen compost a base de residuos sólidos orgánicos y desechos ruminales en el caso del camal de Cuenca.

La venta de abono orgánico durante un año tiene un comportamiento cíclico que es necesario considerar para establecer la oferta; de los 87 locales que comercializan este tipo de fertilizante, 59 (68%) tienen un incremento en ventas en determinados meses del año en periodos de siembra de cultivos transitorios o fertilización de pastos. El mes en el que más locales agrícolas

²¹ Ver anexo 1.13

(30%) experimentan un aumento en ventas de abono orgánico es octubre, seguido de septiembre y diciembre, contrario a meses comprendidos entre enero y agosto donde el incremento es mínimo. En este sentido, el abono de chivo es el que más incrementa sus ventas (72%) en términos relativos; sin embargo, a pesar de presentar un incremento porcentual mínimo (3%) la gallinaza es el abono que más incrementa sus ventas en términos absolutos.

Tomando en cuenta el comportamiento cíclico en ventas, se estima la cantidad de fertilizante orgánico ofertado anualmente, tabla 11, cuyo valor asciende a 13.806 toneladas, de las cuales 13.317 (96%) son comercializadas en Azuay y 489 (4%) en Cañar. Para establecer aquellos fertilizantes con mayor participación de mercado se han seleccionado aquellos de mayor venta, lo que ha permitido apreciar que en Azuay la Gallinaza y Ecoabonaza captan casi la totalidad del mercado (86%) y donde compost BioEMAC ocupa el séptimo lugar acaparando una reducida participación (1,5%); por otro lado, en Cañar los más vendidos son Ecoabonaza y Abono Azogues que prácticamente consiguen la totalidad de mercado (88%).

Tabla 11: Ventas anuales de fertilizante orgánico por nombre comercial y estrato

Provincia	Nombre	Ventas (Ton/año)	Participación
Azuay	Gallinaza	8.957	67,3%
	Ecoabonaza	2.435	18,3%
	Bocashi	334	2,5%
	Fertinaza	264	2,0%
	Guanno	223	1,7%
	Biocompost	208	1,6%
	Compost BioEMAC*	201	1,5%
	Súper Abono Orgánico**	166	1,2%
	Verde 100	136	1,0%
	Otros	394	3,0%
	Total	13.317	100%
Cañar	Ecoabonaza	398	81,2%
	Abono Azogues***	34	6,9%
	El Mashi	17	3,4%
	Biocompost	11	2,3%
	Fertinaza	11	2,3%
	Amicote	9	1,8%
	Humus	4	0,7%
	Compost EMMAIPC****	3	0,6%
	Humusolum 2000	1	0,2%
	Otros	2	0,4%
Total	489	100%	

Fuente: Encuesta oferta, *Econ. Ligia Gutiérrez, encargada del Departamento de comercialización EMAC EP, **Ing. Esteban Moscoso V, supervisor del servicio de compostaje EMURPLAG EP, ***Ing. Carlos Torres, encargado del relleno sanitación de Azogues, **** Auxiliar presupuestario de ingresos devengado/pagado EMMAIPC EP-Ing. Wilmer Durán H, Director Técnico (E)-EMMAICJ-EP. **Elaboración:** Autores



En lo que respecta a la oferta de fertilizantes orgánicos líquidos se han encontrado 4 productos en el mercado y es en Cañar en donde tiene mayores ventas, al colocarse 1.530 litros anuales; contrario a Azuay donde se expende 45 litros.

Adicionalmente, es importante tomar en cuenta la oferta de fertilizantes químicos sólidos o líquidos ya que también constituyen productos sustitutos o complementarios para el agricultor; dentro de este tipo los de mayor participación en el mercado son el abono compuesto 10-30-10 (28%) seguido de urea (19%) y 18-46-0 (10%), los cuales acaparan en conjunto más de la mitad (57%) de la oferta de fertilizantes químicos en los cantones investigados. En total se ofertan 6.893 toneladas de fertilizante químico al año en las dos provincias de los cuales, 3.961 (57%) son ofertados en Azuay y 2.932 (43%) en Cañar; en lo que respecta a compuestos líquidos no orgánicos en Azuay es donde más se consume, aunque su cantidad no es significativa.

Tabla 12: Oferta de fertilizantes orgánicos fermentados

Provincia	Nombre	Ventas (Ton/año)	Participación
Azuay	Ecoabonaza	2.435	56,8%
	Bocashi	334	7,8%
	Fertinaza	264	6,1%
	Guanno	223	5,2%
	Biocompost	208	4,9%
	Compost BioEMAC	201	4,7%
	Súper Abono Orgánico	166	3,9%
	Verde 100	136	3,2%
	Retardo	60	1,4%
	Otros	262	6,1%
	Total	4.289	100%
Cañar	Ecoabonaza	398	81,2%
	Compost EMMAIPC	34	6,9%
	El Mashí	17	3,4%
	Biocompost	11	2,3%
	Fertinaza	11	2,3%
	Amicote	9	1,8%
	Abono Azogues	4	0,7%
	Humus	3	0,6%
	Humusolum 2000	1	0,2%
	Otros	2	0,4%
	Total	489	100%

Fuente: Encuesta oferta, Entrevistas. Elaboración: Autores

Debido a que el compost es un fertilizante fermentado, para cuantificar adecuadamente la oferta existente, se considera solo este tipo de producto excluyendo a estiércoles y fertilizantes orgánicos solubles aplicables a través de riego. En total, como se aprecia en la tabla 12, se tiene

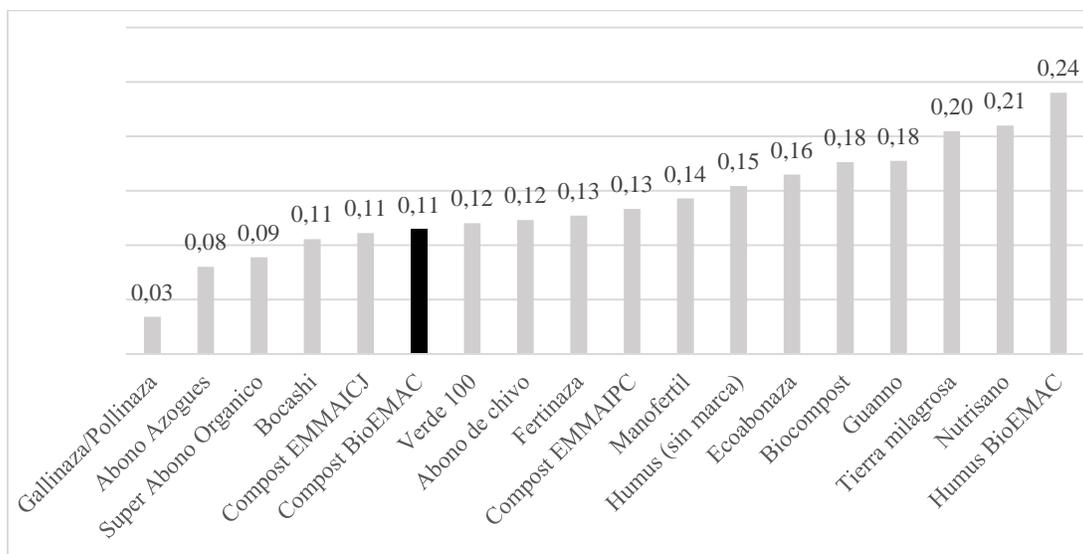
una oferta anual de 4.778 toneladas de fertilizante fermentado; en donde la mayor participación de mercado es Ecoabonaza en los dos estratos estudiados, pero es más fuerte en Cañar.

Precios

El análisis de precios constituye otro elemento importante dentro del estudio de mercado pues permite calcular los ingresos que se obtendrán por la venta de compost; con este propósito se realiza una revisión de precios de fertilizantes orgánicos presentes en el mercado que permita conocer los valores a los que se ofrece el compost o sustitutos directos del mismo.

Para realizar este análisis, se ha clasificado fertilizantes con características similares y determinado el precio de venta por kilogramo para tener una unidad de comparación homogénea; las categorías que se han elegido para agrupar son: estiércol, compost, humus, bocashi y superiores; la categoría final está constituida por fertilizantes con mayores componentes orgánicos y mejor procesamiento. También se efectúa un análisis entre el compost que expenden las empresas municipales, con el propósito de comparar como está el compost BioEMAC con respecto a sus similares.

Gráfica 1: Precio por kilogramo de fertilizantes orgánicos ofertados en el mercado



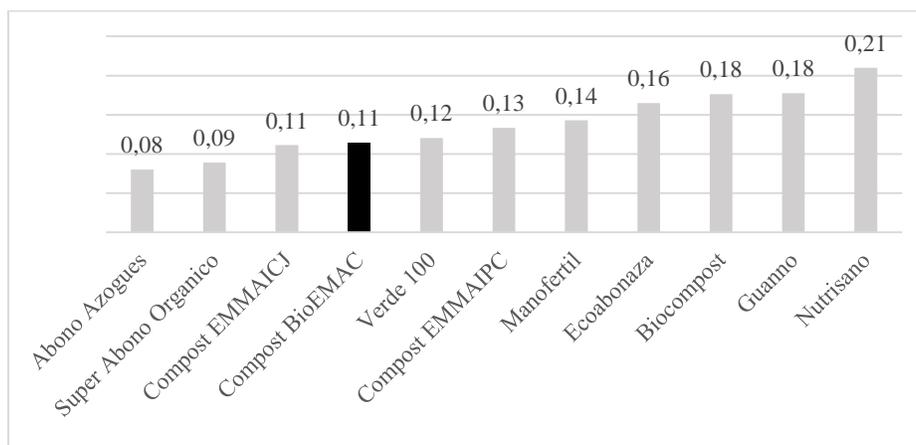
Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

La gallinaza constituye el estiércol con el precio promedio más bajo del mercado, \$ 0,03 centavos el kilogramo, seguido del compost producido por el departamento de Gestión Ambiental de Azogues, \$ 0,08. Por el contrario, los de mayor valor constituyen el humus BioEMAC y nutrisano elaborado por la prefectura de Loja con precios de \$ 0,24 y 0,21 centavos respectivamente. Es

necesario destacar que en la gráfica 1 no se consideran los fertilizantes superiores pero los precios son mayores a los anteriormente analizados, a excepción de bioabor que tiene un precio de \$ 0,16, opuesto a este se encuentra humiplex con un valor de \$ 4,48 por kilogramo.

Si se considera únicamente a los fertilizantes tipo compost se ve que los precios manejados por las empresas de recolección constituyen los más bajos del mercado a excepción del EMMAIPC cuyo precio promedio por kilogramo es de \$ 0,13 centavos. Por provincia, Cañar con abono Azogues y compost EMMAIPC tiene el compost más económico y más caro respectivamente; en particular en Azuay la EMURPLAG con súper abono orgánico posee el mejor precio en relación a sus pares EMMAICJ y EMAC EP.

Gráfica 2: Precio por kilogramo de fertilizantes por tipo de compost



Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

En lo que respecta a empresas dedicadas exclusivamente a la venta de fertilizantes; nutrisano es el de mayor precio con \$ 0,21 precedido por guanno y biocompost con \$ 0,18, opuesto a estos se encuentra verde 100 y manofertil con \$ 0,12 y \$ 0,14 centavos. Un aspecto importante encontrado en el análisis es el mayor precio por kilo cuando el producto viene en funda, a saber, BioEMAC incrementa su precio a \$ 0,23 el kilogramo e igual comportamiento experimenta humus BioEMAC. A través de la gráfica 2 se aprecia que BioEMAC tiene un precio relativamente bajo en relación a aquellos de características similares.

Una vez que se ha estudiado los precios de la competencia, un aspecto crucial dentro del análisis es la determinación del valor al que se ofrecerá el producto al mercado, por ello es



necesario conocer la estructura de mercado del producto, pues en función de esta existirá la posibilidad de que el oferente influya o no en los precios (Maldonado, 2006). Para esto, resulta apropiado analizar el número de empresas que ofertan fertilizantes orgánicos y su participación de mercado.

De acuerdo a la encuesta existen 30 personas naturales o jurídicas oferentes de fertilizantes orgánicos de los cuales tres abarcan la mayor participación en el mercado. En Azuay esta la gallinaza, que no posee un proveedor específico, con una participación del 67% y Pronaca con Ecoabonaza que acapara el 18% del total de toneladas vendidas anualmente, por otro lado, en Cañar Pronaca con Ecoabonaza posee el 81% de participación; lo que denota una alta concentración del mercado en dos productos debido, principalmente, al bajo precio de venta. Específicamente, el precio de gallinaza/pollinaza es \$ 0,03 centavos por kilogramo cuya comercialización se realiza en sacos de 45 kg dando un valor promedio de \$ 1,35 el saco y Ecoabonaza con un precio por kilogramo de \$ 0,16 centavos que se vende en sacos de 23 kg a un precio promedio de \$ 3,68 dólares.

Lo anterior demuestra que el BioEMAC no tiene poder de influencia en el mercado, por lo que tendrá que fijar un precio de venta competitivo que le permita posicionarse en el mercado. Si bien tiene un precio de venta de \$ 0,114 centavos el kilogramo, que equivale a \$ 4,00 dólares el saco de 35 kg, este es inferior al que presenta Ecoabonaza, pudiendo cambiar el contenido del saco para evidenciar su menor precio de venta.

Balance demanda-oferta

Para tener una visión clara de la demanda que tendrá el proyecto se procede a realizar un balance entre oferta y demanda de compost²² en base a los resultados de los estudios previos, para verificar la existencia real de demanda insatisfecha en la cual se coloque el producto. En la tabla 13 se muestra la oferta, demanda y demanda insatisfecha de mercado que existe en la región.

²² Para determinar la oferta de compost además de éste, se toma en cuenta todos aquellos fertilizantes fermentados por considerarse sustitutos directos del compost, excluyendo a aquellos fertilizantes fermentados solubles en agua para fertiriego y estiércoles.



Tabla 13: Demanda insatisfecha de fertilizantes fermentados

Año	Demanda*	Oferta**	Demanda Insatisfecha
	Ton/año	Ton/año	Ton/año
2023	12.878	5.547	7.330
2024	13.234	5.715	7.519
2025	13.601	5.888	7.713
2026	13.978	6.067	7.911
2027	14.366	6.251	8.116
2028	14.765	6.440	8.325
2029	15.176	6.635	8.540
2030	15.598	6.836	8.761
2031	16.032	7.043	8.988
2032	16.478	7.257	9.221

Fuente: *Encuesta de demanda, **Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

Se estima una demanda insatisfecha de 7.330 toneladas de fertilizantes fermentados para el año 2023, de esta cantidad el 44% (3.257) es requerido por la EMAC EP y la diferencia por los agricultores de la región; por otro lado, para la proyección de la oferta al igual que en la demanda, se utiliza la tasa de crecimiento promedio del sector agrícola (3,03%).

Canales de distribución

El objetivo de este apartado es determinar cómo se da el suministro de fertilizante a los centros agropecuarios y agricultores. De acuerdo, a las encuesta de oferta y demanda, para la obtención de abonos orgánicos el 93% de los centros agropecuarios recurre a proveedores existentes en el mercado, mientras que el 7% lo hace a través de producción propia; en cambio, dentro de los agricultores se evidencia que los camiones repartidores constituyen la principal forma de abastecimiento de fertilizantes, 78% y 89% en Azuay y Cañar respectivamente²³.

Los canales que eligen los proveedores no son únicos, pues de acuerdo a las encuestas de oferta y demanda se ha determinado que existe un canal directo, detallista y mayorista. Dada la presencia de un alto número de fertilizantes orgánicos, se ha elegido aquellos con mayor participación en el mercado para desarrollar un análisis que permita evidenciar claramente los canales existentes.

El canal menos utilizado (7%) para colocar el producto en los centros agropecuarios es el directo, el cual ha sido escogido por las empresas municipales que producen compost y ciertos productores pequeños, por otro lado, el canal detallista, figura 1, es el más utilizado (81%),

²³ Ver anexo 1.12 y 1.13 pregunta 8

finalmente el canal mayorista es poco elegido para colocar el producto (12%). El lugar desde donde se distribuye el fertilizante son Cuenca y Guayaquil principalmente.

Figura 1: Canal de distribución de fertilizantes orgánicos



Fuente: Encuesta de oferta **Elaboración:** Autores

Para determinar si los centros agropecuarios pueden ser un enlace a través del cual se canalice el producto a los consumidores finales, se ha propuesto indagar el nivel de aceptación del compost y las estrategias que se podrían llevarse a cabo para sociabilizarlo, formulando preguntas enfocadas a éste objetivo.

Dada la alta probabilidad de que los centros agropecuarios oferten compost, se formula las preguntas, Si no comercializa compost: ¿Adquiriría compost para su comercialización?, Si comercializa compost: ¿Compraría compost que la EMAC EP produce a base de residuos sólidos 100% orgánicos? Los resultados muestran que el 61% de los que no venden manifiestan estar dispuestos a adquirirlo para su comercialización y 80% de los que surten de este producto también. A nivel general, se encuentra que el 62% manifiestan su disposición a adquirir el compost; donde las razones por las que no se compraría, son el bajo nivel de venta (42%) que tiene el producto y la falta de espacio donde almacenarlo (26%); mostrando con ello la existencia de un problema de demanda y un sitio para mantener en stock un producto proclive a generar malos olores.

Los incentivos son importantes para introducir el producto, es así que, en la comercialización de fertilizantes orgánicos existen ciertos proveedores que otorgan al menos un incentivo a sus clientes. De los almacenes que perciben incentivos (47%), el 45% reciben descuentos, 30% promociones y 25% crédito en compras. En cuanto a la forma de comercialización esta se realiza básicamente mediante venta directa a productores agropecuarios donde la modalidad de pago que predomina es al contado (74%). El sobresaliente modo a través del cual las empresas dan a conocer la oferta de fertilizantes a los centros agropecuarios constituyen los agentes vendedores que visitan los locales para exponer las características del producto.



El estudio de mercado muestra una significativa demanda insatisfecha de fertilizantes fermentados en los dos segmentos de mercado analizados, a pesar de existir autosuficiencia en la producción, además se evidencia que compost BioEMAC dispone de una representativa aceptación en consumidores directos (agricultores) e intermediarios (centros agropecuarios) lo cual corrobora la decisión de seguir ofertando el producto en el mercado. Por otro lado, el producto posee precios competitivos que le permite estar a la par de empresas dedicadas exclusivamente a la producción y comercialización de fertilizantes orgánicos.

Estudio técnico

Localización

La expansión de la capacidad de procesamiento de la actual planta piloto de compostaje de 25 ton/día implica encontrar el lugar apropiado para el emplazamiento de la misma, debido a que el lugar en el que se ubica, EcoParque El Valle, no posee las características necesarias para una ampliación, volviéndose necesario un estudio de localización que establezca el lugar idóneo para la construcción de la misma.

Para este análisis se utiliza el método de localización por puntos que permite identificar el lugar adecuado para la ejecución del proyecto; evaluando factores que los encargados del proyecto consideran relevantes para el éxito del mismo. La valoración de cada uno de estos factores conllevará a elegir el lugar donde estará ubicada la planta, en base a un análisis de macrolocalización y microlocalización.

Macrolocalización

El objetivo de esta evaluación es seleccionar la ubicación más conveniente para la planta de compostaje, aquella que en relación a otras alternativas posibles produzca el mayor beneficio a la comunidad con el menor costo social. EMAC EP plantea diversas opciones de ubicación, considerando la realidad del contexto local y un conjunto de factores determinantes:

- No debe afectar el normal desarrollo de las actividades realizadas en el entorno.
- Debe estar fuera del área urbana de la ciudad.
- Cercanía a materias primas.
- El terreno debe poseer la superficie necesaria para futuras ampliaciones.



- Debe existir la posibilidad de realizar asociaciones con otras empresas públicas como el Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) e Instituciones de Educación Superior.

En función de estos parámetros se considera la posibilidad de construir la planta en los cantones de Cuenca o Santa Isabel.

Microlocalización

EMAC EP realizó inspecciones en diferentes terrenos con el objetivo de evaluar si cumplen los factores mencionados en la macrolocalización. De las inspecciones, se establece los terrenos que tienen potencial para ubicar la planta:

- Terreno ubicado en la zona norte del Relleno Sanitario de Pichacay en la parroquia de Santa Ana propiedad de la EMAC EP.
- Terreno de la Universidad de Cuenca localizado en Iruquis de la parroquia Victoria del Portete.
- Terreno ubicado en el sector de Turi.
- Terreno ubicado en el sector de Zhucay.
- Terreno ubicado en el Parque Industrial de Chaullayacu.
- Terreno cercano al Relleno Sanitario de Huascachaca en el Cantón Santa Isabel.

Fijados los niveles de macrolocalización y microlocalización se procede a la aplicación del método de localización por puntos; para lo cual se establecen aquellos elementos que desempeñan un papel fundamental en el desarrollo del proyecto. La tabla 14 presenta los factores y el peso asignado a cada uno de acuerdo al nivel de importancia.

Tabla 14: Pesos relativos de los factores de localización

	Factores	Peso del Factor (%)
1	Disponibilidad de área para requerimientos actuales y futuras ampliaciones	16%
2	Accesibilidad del sitio	6%
3	Costo de terreno	15%
4	Costos de transporte de materia prima y producto	10%
5	Interés de fuerzas sociales y comunitarias	12%
6	Costo de infraestructura y servicios básicos	12%
7	Costos operacionales	12%
8	Estabilidad del suelo	5%
9	Factores ambientales	5%
10	Normas y regulaciones legales	7%
	Total	100%

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores



El factor de mayor relevancia, en la determinación del lugar, es la disponibilidad de área para requerimientos actuales y futuras ampliaciones con un peso del 16%, seguido del costo del terreno con un 15%. Asignados los pesos relativos, 3 técnicos de la empresa proceden a calificar determinado factor para cada una de las localidades seleccionadas con una escala de medición que contiene los siguientes valores: Excelente (3 puntos), Bueno (2 puntos) y Malo (1 punto). A continuación, en la tabla 15 se presenta el promedio de los valores asignados a cada factor para cada alternativa de localización.

Tabla 15: Calificación de factores de localización

Factor	Alternativas de Localización					
	Universidad de Cuenca Irquis	Relleno Sanitario Pichacay	Hacienda Sector Turi	Hacienda Sector Zhucay	EDEC Predio Chaullayacu	Santa Isabel
1	2,7	3,0	2,3	2,3	1,7	3,0
2	1,7	3,0	2,0	2,3	3,0	2,0
3	2,7	3,0	1,7	1,7	1,7	2,7
4	1,7	2,0	2,7	2,7	2,3	1,0
5	2,7	2,7	1,7	2,0	2,7	2,7
6	1,3	3,0	1,3	2,0	1,7	1,0
7	1,0	2,3	1,7	1,7	2,0	1,0
8	3,0	1,3	1,7	2,7	3,0	2,3
9	3,0	3,0	2,0	1,7	2,7	2,7
10	2,0	3,0	2,0	2,3	3,0	1,7

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

La calificación de cada factor de localización multiplicada por los pesos asignados, posibilita obtener el puntaje que tiene cada alternativa de localización, cuya suma permitirá seleccionar la localización adecuada de acuerdo al puntaje acumulado. La tabla 16 recoge los aspectos citados.

Tabla 16: Matriz de ponderación de los factores de localización

Factor	Peso del Factor (%)	Alternativas de Localización					
		Universidad de Cuenca Irquis	Relleno Sanitario Pichacay	Hacienda a Sector Turi	Hacienda a Sector Zhucay	EDEC Predio Challayacu	Santa Isabel
1	16%	0,43	0,48	0,37	0,37	0,27	0,48
2	6%	0,09	0,17	0,11	0,13	0,17	0,11
3	15%	0,39	0,44	0,24	0,24	0,24	0,39
4	10%	0,17	0,21	0,28	0,28	0,24	0,10
5	12%	0,33	0,33	0,21	0,25	0,33	0,33
6	12%	0,16	0,37	0,16	0,25	0,21	0,12
7	12%	0,12	0,27	0,19	0,19	0,23	0,12

(Continuar)



8	5%	0,15	0,07	0,08	0,13	0,15	0,12
9	5%	0,16	0,16	0,11	0,09	0,14	0,14
10	7%	0,13	0,20	0,13	0,16	0,20	0,11
Total	100%	2,14	2,69	1,89	2,09	2,18	2,03

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Dados los pesos para cada uno de los factores y asignadas las calificaciones, se logró determinar que el mejor lugar (2,69) para la construcción de la planta de compostaje es el terreno ubicado en la zona norte del Relleno Sanitario de Pichacay, principalmente por su extensión, costo e infraestructura (factor 1,3 y 6), además, es una localización estratégica para recolectar los residuos orgánicos producidos en la ciudad de Cuenca, con facilidad de acceso del material orgánico y salida del producto final.

Capacidad de producción

En base al estudio de mercado se estima una demanda insatisfecha de compost es de 6.459 toneladas para el año 2018; sin embargo, es importante considerar la materia orgánica necesaria para alcanzar el nivel de producción requerido. Según la EMAC EP, en base a la experiencia de producción de compost en la actual planta de compostaje ubicada en el Valle, existe un rendimiento promedio del 20% en la producción; es decir, del total de materia orgánica que ingrese a la planta y cumpla todo el proceso productivo la cantidad de compost obtenido será únicamente el porcentaje citado.

Esto implica que para satisfacer la actual demanda insatisfecha (6.459 toneladas) se requieren 32.295 toneladas de materia orgánica al año, no obstante, la empresa se enfrenta a un limitante de materia prima de calidad. Si bien se estima que en el cantón para el 2018 se recolectaron 110.478 toneladas de residuos sólidos domiciliarios, donde el 40% (44.191 ton) constituye materia orgánica apta para la producción; la incorrecta clasificación de ésta en la funda (negra) establecida para este tipo impide considerarla como insumo, debido a las impurezas presentes que afectarían la calidad del producto.

Tomando en cuenta esta restricción EMAC EP ha decidido priorizar la producción de compost para consumo interno y destinar una pequeña proporción a la comercialización del producto, en este sentido, plantea diseñar una planta de compostaje con la capacidad de procesar 50 toneladas al día de materia orgánica (15.600 ton/año), con la que se obtendría una producción diaria de 10 toneladas de compost. Actualmente, la planta piloto utiliza residuos provenientes de los mercados de abasto de la ciudad, poda de árboles y césped generados en áreas verdes que en



conjunto han permitido obtener 16,29 toneladas diarias de materia (5.082 ton/año) que equivale a 3,35 toneladas de compost en el 2018.

Materia prima

Plantearse una planta con capacidad de procesamiento de 50 ton/día implica emprender acciones para obtener la materia prima necesaria. Ante la escasez de materia orgánica de calidad, la institución tiene previsto emprender acciones que permitan incrementarla; entre las cuales esta una mayor eficiencia en la gestión de residuos e inclusión de nuevos proveedores.

Además de los actuales centros de abasto de la ciudad suministradores de materia orgánica se proyecta incluir el mercado El Arenal, fortalecer y abrir nuevos puntos limpios²⁴ y, coordinar acciones con grandes generadores de residuos, con el objetivo de obtener en el año 2025 la materia que la planta necesita para operar al máximo de su capacidad instalada (50 ton/día).

En función del objetivo planteado se procede a realizar las proyecciones de cada uno de los proveedores de la materia prima para determinar la cantidad de residuos orgánicos a recolectar para los próximos años; la estimación se realiza en base a información histórica que presenta la institución referente a la generación de residuos y criterios del área técnica de la empresa. La cantidad de residuos orgánicos generados en los mercados urbanos y áreas verdes de la ciudad de Cuenca tienen una tasa de crecimiento promedio anual del 6.1% en el periodo 2014-2018, para la proyección se incluye lo que se tiene previsto recolectar en el mercado El Arenal (2 ton/día). Por otro lado, para pronosticar la materia prima proveniente de puntos limpios se toma en cuenta el punto limpio existente, el cual han experimentado una tasa de crecimiento promedio anual del 4,7%, y los planes de EMAC EP de incorporar paulatinamente 3 puntos adicionales en los próximos años. Finalmente, los residuos orgánicos provenientes de grandes generadores se proyectan en base al promedio de residuos producidos en los patios de comida de 3 centros comerciales (Millenium Plaza, Batán Shopping, Mall del Rio) cuya tasa de crecimiento anual es del 10.3%; se ha efectuado un muestreo del potencial de materia en otros generadores que ha permitido plantearse la posibilidad de incorporar de 2 a 3 generadores adicionales por año hasta alcanzar 8 en el 2025 (EMAC EP, 2018). En la tabla 17 se observar la proyección de materia orgánica de acuerdo a los parámetros establecidos y las políticas a implementar por la empresa.

²⁴ Espacio para recolectar residuos mediante un sistema de recolección diferenciada, ofreciendo una forma sencilla de deshacerse de residuos que por sus características no pueden o no deben ser gestionados a través de sistemas tradicionales de recolección. (EMAC EP, 2017)

Tabla 17: Proyección total de residuos orgánicos

Año	Merca dos ton/día	Pastos ton/día	Podas ton/día	Varios (Arena, Viruta) ton/día	Feria Libre El Arenal ton/día	Puntos Limpios ton/día	Grandes Generadores ton/día	Total ton/día
2018	7,32	5,47	2,32	1,17	0,00	0,00	0,00	16,29
2019	7,77	5,81	3,30	1,67	2,00	2,00	3,04	25,58
2020	8,25	6,17	3,50	1,77	2,12	4,00	6,07	31,88
2021	8,76	6,55	3,71	1,88	2,25	5,00	8,10	36,25
2022	9,29	6,95	3,94	2,00	2,39	7,85	8,94	41,36
2023	9,86	7,37	4,18	2,12	2,54	8,22	9,87	44,17
2024	10,47	7,83	4,44	2,25	2,70	8,60	10,90	47,18
2025	11,11	8,31	4,71	2,39	2,86	9,00	12,03	50,42

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Producción

Las acciones planteadas por la empresa permiten obtener la materia orgánica necesaria (50,42 ton/día) en el año 2025, con esta información es posible cuantificar la producción que se alcanzará cuando la planta entre en funcionamiento. Como se manifestó, del total de residuos que ingresan a la planta únicamente el 20% se convierte en compost, adicionalmente debido al movimiento del producto se genera una pérdida de alrededor del 5% del mismo (efectividad del 95%). Con estos parámetros se estima la producción que se tendrá en el periodo 2023-2032, considerando para el cálculo 6 días a la semana y 52 semanas de acuerdo a la manera en que la empresa realiza el servicio de recolección, tratamiento y disposición final de residuos. La tabla 18 detalla la producción estimada.

Tabla 18: Proyección de la producción de compost

Año	Residuos sólidos orgánicos (ton/año)	Producción (%)	Producción (ton/año)	Efectividad (%)	Producción efectiva (ton/año)	Sacos de 35kg/año
2023	13.781	0,2	2.756	0,95	2.618	74.809
2024	14.720	0,2	2.944	0,95	2.797	79.911
2025	15.600	0,2	3.120	0,95	2.964	84.686
2026	15.600	0,2	3.120	0,95	2.964	84.686
2027	15.600	0,2	3.120	0,95	2.964	84.686
2028	15.600	0,2	3.120	0,95	2.964	84.686
2029	15.600	0,2	3.120	0,95	2.964	84.686
2030	15.600	0,2	3.120	0,95	2.964	84.686
2031	15.600	0,2	3.120	0,95	2.964	84.686
2032	15.600	0,2	3.120	0,95	2.964	84.686

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores



Durante los primeros años de operación, la planta no alcanza su máxima capacidad productiva debido a la insuficiente materia orgánica y es a partir del 2025 en donde la disponibilidad de residuos faculta el uso eficiente de las instalaciones hasta el año 2032.

Por otro lado, el balance entre demanda interna y producción efectiva de compost constata que la producción que se obtendrá con la ampliación de la planta no será suficiente para cubrir los requerimientos de la empresa; específicamente, en promedio se estima que se cubrirá 87% de la demanda interna y únicamente el 38% de la total en el 2025, operando al máximo de capacidad.

Ingeniería del proyecto

Proceso productivo

La EMAC EP realiza el proceso de compostaje utilizando el sistema de pilas con volteo, en el cual los residuos a compostar se apilan sin compactar para permitir que el aire quede retenido y mantenga el mayor tiempo posible la actividad microbiana, a fin de lograr una importante generación de calor para una rápida descomposición. El ciclo de producción del compost se ha determinado que tendrá una duración de tres meses, tiempo que pasa a través de todas las etapas hasta la obtención de un compost de calidad, como se observa en la tabla 19.

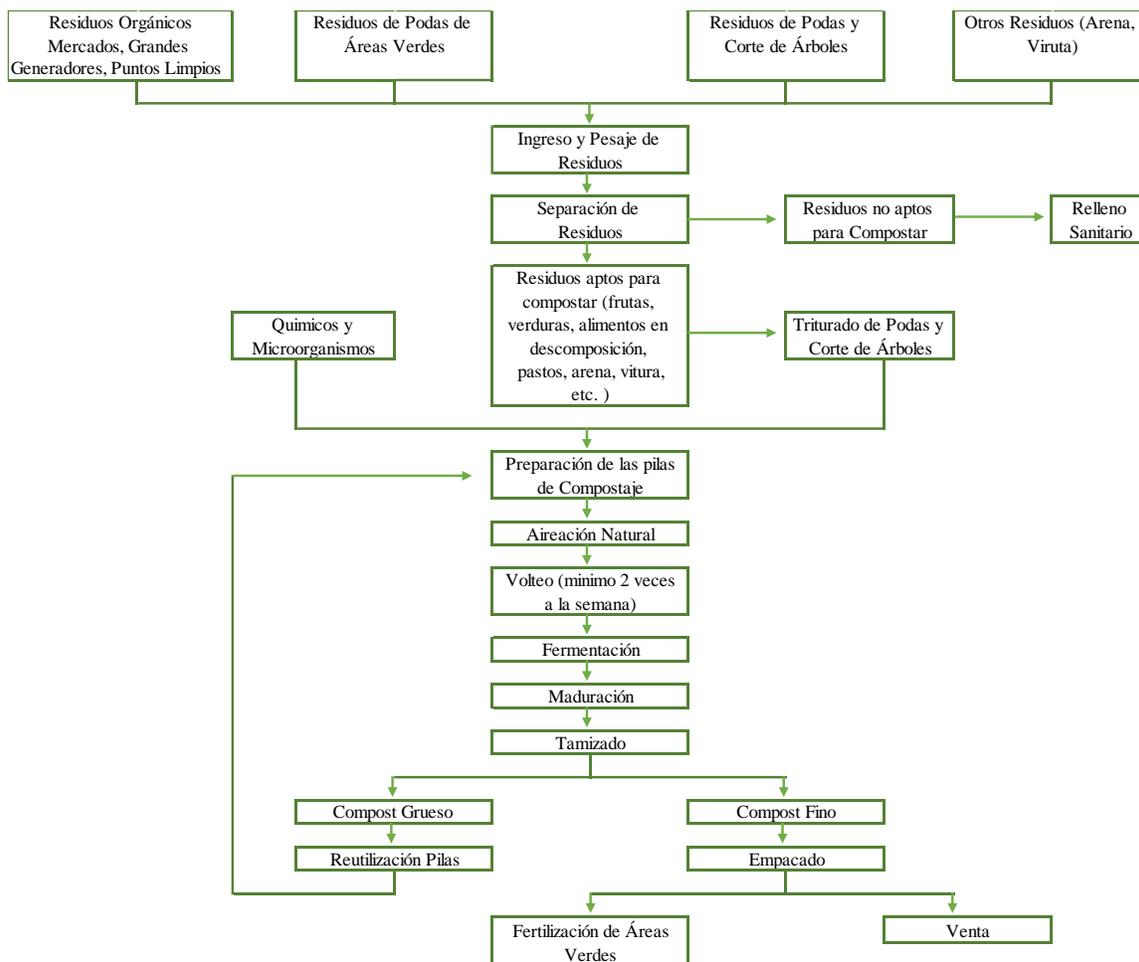
Tabla 19: Tiempo de producción

Etapas	Tiempo
Descomposición	3 semanas
Maduración	5 semanas
Secado	2 semanas
Tamizado	1 semana
Ensacado y almacenamiento	1 semana
Total	12 semanas

Fuente: EMAC EP, **Elaboración:** Autores

La utilización de residuos orgánicos en una planta de compostaje genera un proceso circular, los residuos orgánicos son transformados en compost que luego es utilizado en la fertilización de las áreas verdes y comercialización como se muestra en la figura 2, donde se presenta el flujograma del proceso productivo.

Figura 2: Flujograma del proceso productivo



Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Alternativas para ampliación de la producción

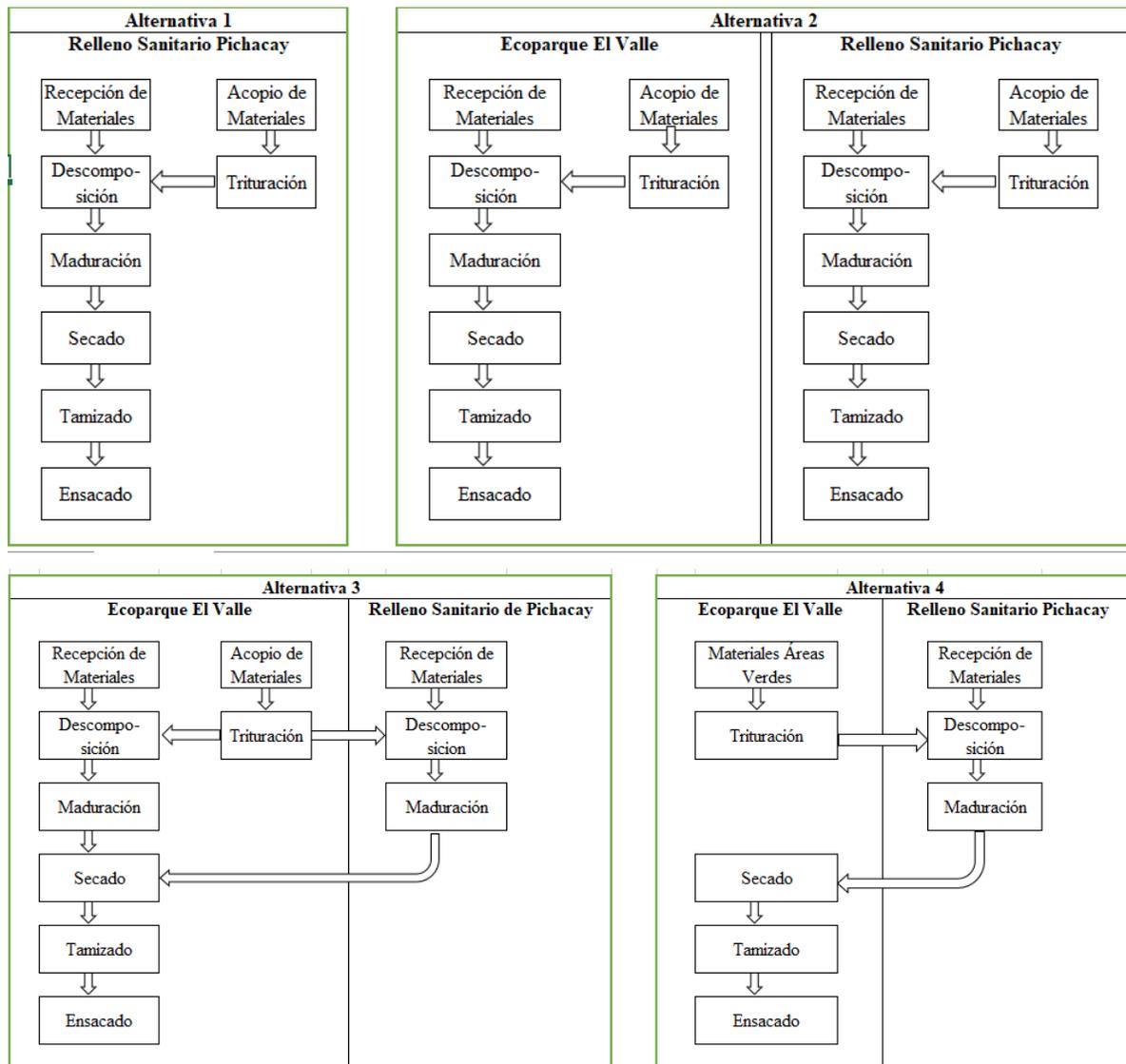
El análisis de localización establece que la planta de procesamiento de residuos sólidos orgánicos estará ubicada en la zona norte del Relleno Sanitario de Pichacay, sin embargo, es necesario analizar alternativas de proceso productivo, en el terreno establecido, para tratar 50 toneladas al día con el propósito de establecer el adecuado, que faculte la optimización de procesos, aprovechamiento de la capacidad instalada de la actual planta, volumen de inversiones, optimización de mano de obra y disminución de presión por conflictos de orden social. Con este fin se han establecido cuatro alternativas de producción tentativas que se detallan a continuación:



- Producción con planta para 50 ton/día: Este esquema plantea la construcción de una planta con una línea de producción con capacidad de procesar 50 ton/día que se ubicará en el sector norte del Relleno Sanitario de Pichacay.
- Dos líneas de producción independientes de 25 ton/día: El esquema de producción considera dos líneas de producción independientes; la implementación de una planta que tenga todas las etapas de compostaje con capacidad de procesar 25 toneladas diarias de materia orgánica en el sector norte del relleno sanitario y aprovechar la infraestructura de la actual planta ubicada en el Valle de igual capacidad.
- Producción con la planta actual y nueva infraestructura para descomposición y maduración: Esta alternativa de producción de compost considera que los procesos de descomposición y maduración se realizarán por separado, esto es, en la planta actual se llevará a cabo el proceso completo de producción para procesar 25 toneladas al día y se adecuarán los espacios en el terreno cercano al relleno sanitario para emplazar las naves de descomposición y de maduración para procesar las restantes 25 toneladas. Al cumplirse el tiempo de maduración, el producto es trasladado desde Pichacay al área de secado de la planta actual para terminar el procesamiento de la materia y su posterior ensacado o almacenamiento.
- Considera que las etapas de descomposición y maduración de las 50 toneladas al día se llevan a cabo en la nueva planta y las restantes etapas se realizan en la planta actual: Luego de haber cumplido el tiempo de descomposición y maduración en la nueva planta, el producto será trasladado al área de secado de la actual planta utilizando la volqueta de la empresa que lleva los residuos que no son compostables desde el Ecoparque del Valle, para terminar el procesamiento y proceder al tamizado y ensacado o embodegar al granel.

La figura 3 detalla claramente las alternativas de producción enunciadas.

Figura 3: Alternativas de producción



Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Áreas para las instalaciones de la planta de compostaje

En base a las recomendaciones del personal de la Dirección Técnica de la EMAC EP generadas a partir de la experiencia de la actual planta de compostaje y los parámetros, métodos y criterios técnicos establecidos en la Guía para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos, mediante compostaje y lombricultura (2012), formulada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia, se ha delineado las especificaciones mínimas que deben tenerse en cuenta para el diseño de la planta de compostaje. Entre los espacios necesarios para la operación de la planta



están: recepción y selección de los residuos a compostar, trituración del material vegetal, mezcla de residuos a compostar, descomposición de residuos, maduración del compost, tamizado y clasificación, almacenamiento y empaçado.

De acuerdo con esto, se estima que el área total para una planta que permita procesar 50 toneladas de residuos sólidos orgánicos es de 40.894 m² o 4 hectáreas y una de 25 toneladas requiere de 35.498 m² o 3 hectáreas como se observa en la tabla 20.

Tabla 20: Áreas totales para la planta de compostaje

Descripción	Planta 50	Planta 25
	ton/día	ton/día
	Áreas m2	Áreas m2
Área de acopio de residuos, pastos y podas	465	232
Área de trituración	557	279
Área de descomposición	5.797	2.831
Área de maduración y secado	3.106	1.538
Área de tamizado	300	74
Área de bodegas de almacenamiento compost	250	124
Área de maquinaria y bodega de herramientas	300	300
Área de administración, ventas y vestidores	120	120
Circulación y patio de maniobras	10.000	10.000
Amortiguamiento	20.000	20.000
Total m2	40.894	35.498
Total Hectáreas	4	3

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Dentro de las áreas especificadas, existen espacios que necesitan una cubierta para la protección del agua lluvia y sol por lo que se proyecta la construcción de naves, cuyas dimensiones se exponen en la tabla 21.

Nivel tecnológico

El nivel tecnológico al que recurre la empresa para la elaboración del producto es un proceso aeróbico de compostaje mediante volteo de pilas. Este proceso a través de una transformación biológica realizada por diversos grupos de microorganismos, principalmente bacterias y protozoos en presencia de oxígeno sobre la materia orgánica, modifican el material en productos finales inocuos (Peralta & Varea, 2018).

Tabla 21: Dimensiones de las naves

Área	Planta 50 ton/día			Planta 25 ton/día		
	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Descomposición	180	32	5.797	180	16	2.831
Maduración y secado	90	35	3.106	90	17	1.538
Tamizado	20	15	300	20	15	300
Bodegas almacenamiento	25	10	250	25	10	250
Maquinaria y bodega de herramientas	30	10	300	30	10	300
Administración, ventas y vestidores	20	10	200	20	10	200

Fuente: EMAC EP, **Elaboración:** Autores

El esquema es adoptado debido a su estructura versátil, que permite adecuar el proceso según las necesidades del clima, materia prima o recursos económicos disponibles (Rodríguez & Córdova, 2006). El tratamiento de residuos adoptado requiere maquinaria dependiendo de la alternativa de producción elegida; la tabla 22 recoge éstos requerimiento.

Tabla 22: Equipo y maquinaria nueva para la planta de compostaje

Proceso	Máquina	Alternativa							
		1		2		3		4	
		Cantidad-Capacidad							
Recepción de materia orgánica	Báscula pesaje camiones	1	5 ton	1	5 ton				
Formación, aireación y volteo de pilas; descomposición y maduración	Retroexcavadora	1	839 kg	1	839 kg	1	839 kg	1	839 kg
Control de temperatura	Termómetro de espada	1		1		1		1	
Control de humedad	Higrómetro	1	80 L	1	80 L	1	80 L	1	80 L
Ensamado	Máquina de coser sacos			1	Sacos				
Pesado	Báscula de plataforma			1	100 kg				

Fuente: EMAC EP, **Elaboración:** Autores

El estudio técnico concluye que la mejor ubicación para la construcción de la nueva planta es el terreno cercano al actual relleno sanitario, sin embargo, es apropiado aprovechar la capacidad instalada de la planta de compostaje ubicada en el EcoParque del Valle. A pesar de existir oportunidades de mercado, la escasez de materia prima de calidad para obtener un producto inocuo,



conducen a elegir una planta de compostaje con capacidad de procesamiento de 50 toneladas al día para abastecer, principalmente, la demanda interna de EMAC EP y un porcentaje pequeño de la producción a cubrir la demanda externa insatisfecha; utilizando un proceso productivo de descomposición aeróbica para la elaboración del producto. Además, se establece el área requerida en las instalaciones de la planta y dimensión de las naves.

Estudio financiero

Presupuesto de inversión

En base al área manifestada en cada etapa de producción y la maquinaria para las distintas alternativas de planta se establece el presupuesto de inversión según precios de mercado referenciales. Las inversiones fijas para la creación de la nueva planta constan de activos tangibles, terreno, infraestructura, maquinaria, equipos y herramientas, cuyos rubros son explicados detalladamente en la tabla 23.

Tabla 23: Presupuesto referencial de inversión

Concepto	Valor total (\$)			
	Alternativa			
	1	2	3	4
Adecuaciones e Infraestructura				
Terreno	600.000	600.000	600.000	600.000
Área de trituración	27.874	13.937		
Área de descomposición	1.449.135	707.693	707.693	1.449.135
Área de maduración y secado	737.675	365.275	246.525*	500.175*
Área de tamizado	30.006	7.433		
Área de bodegas almacenamiento compost	37.465	18.583		
Área de maquinaria y bodega de herramientas	30.000	30.000		
Área de administración, ventas y vestidores	18.000	18.000		
Circulación y patio de maniobras	50.000	25.000		
Garita de guardia	200	600		
Infraestructura para servicios básicos	20.000	10.000		
Paisajismo y cerramiento	5.000	2.500		
Subtotal	3.005.355	1.799.020	1.554.218	2.549.310
Equipos y Maquinaria				
Bascula para pesaje de camiones	40.000	40.000		
Retroexcavadora	50.000	50.000	50.000	50.000
Medidor de ph y termómetro	500	1.000	1.000	1.000
Medidor de humedad	500	1.500	1.500	1.500
Báscula electrónica de plataforma		2.000		
Cosedora de sacos		1.000		
Herramientas	1.000			
Equipos compactación, muebles para administración	2.000	2.000		
Equipos de Seguridad	1.000	500		

(Continúa)



Subtotal	95.000	99.000	52.500	52.500
Total	3.100.355	1.898.020	1.606.718	2.601.810

*Valor no incluye área de secado

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

La alternativa 1 constituye la opción de inversión más onerosa por las adecuaciones de infraestructura y maquinaria requerida para poner en marcha una nueva planta, contrario a las otras opciones que usan la capacidad instalada del EcoParque del Valle.

Depreciación

La determinación del valor de la depreciación se realiza de acuerdo a los criterios para establecer la pérdida periódica de valor debido al uso, desgaste físico u obsolescencia de los bienes considerados como propiedad, planta y equipo, conforme a lo establecido en las políticas de contabilidad gubernamental para el sector público, anexo Acuerdo Ministerial 067 Normativa de Contabilidad (2016). La determinación de la depreciación se realiza a través del método de línea recta considerando un valor residual del 10% de costo del activo. La tabla 24 describe estos conceptos.

Tabla 24: Costo de depreciación anual

Activo	Vida Útil años	Valor total (\$)			
		Alternativa			
		1	2	3	4
Infraestructura					
Área de Trituración	40	627	314		
Área de Descomposición	40	32.606	15.923	15.923	32.606
Área de Maduración y Secado	40	16.598	8.219	5.547	11.254
Área de Tamizado	40	675	167		
Área de Bodegas Almacenamiento Compost	40	843	418		
Área de Maquinaria y Bodega de Herramientas	40	675	675		
Área de Administración, Ventas y Vestidores	40	405	405		
Circulación y patio de maniobras	40	1.125	563		
Garita de guardia	40	5	14		
Infraestructura para Servicios Básicos	40	450	225		
Paisajismo y Cerramiento	40	113	56		
Subtotal		54.120	26.978	21.470	43.859
Equipos y Maquinaria					
Bascula para pesaje de camiones	20	1.800	1.800		
Retroexcavadora	10	4.500	4.500	4.500	4.500
Medidor de ph y termómetro	10	45	90	90	90
Medidor de humedad	10	45	135	135	135
Báscula electrónica de Plataforma	10		180		
Cosedora de Sacos	10		90		
Herramientas	10	90	90		

(Continúa)



Equipos, Muebles para Administración	10	180	180		
Equipos de Seguridad	10	90	45		
Subtotal		6.750	7.110	4.725	4.725
Total		60.866	34.088	26.195	48.584

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Valor de desecho

Para la evaluación del proyecto se considera un horizonte de 10 años²⁵; por lo tanto, es necesario considerar el valor de desecho o residual que tendrán los equipos y maquinarias e infraestructura después de haberse depreciado durante el tiempo de análisis considerado. El cálculo por este concepto se realiza a través del método contable o valor en libros de cada uno de los activos (Sapag, 2011). Entonces, el valor de desecho se obtiene de la diferencia entre el valor de adquisición y la depreciación acumulada hasta el décimo año de un activo específico, a excepción del terreno. La tabla 25 detalla estos valores.

Tabla 25: Valor de desecho

Concepto	Valor total (\$)			
	Alternativa			
	1	2	3	4
Adecuaciones e Infraestructura				
Área de Trituración	21.602	10.801		
Área de Descomposición	1.123.080	548.462	548.462	1.123.080
Área de Maduración y Secado	571.698	283.088	191.057	387.636
Área de Tamizado	23.255	5.761		
Área de Bodegas Almacenamiento Compost	29.035	14.401		
Área de Maquinaria y Bodega de Herramientas	23.250	23.250		
Área de Administración, Ventas y Vestidores	13.950	13.950		
Circulación y patio de maniobras	38.750	19.375		
Garita de guardia	200	465		
Infraestructura para Servicios Básicos	15.500	7.750		
Paisajismo y Cerramiento	3.875	1.938		
Subtotal	1.864.195	929.241	739.519	1.510.715
Equipos y Maquinaria				
Bascula para pesaje de camiones	22.000	22.000		
Retroexcavadora	5.000	5.000	5.000	5.000
Medidor de ph y termómetro	50	100	100	100
Medidor de humedad	50	150	150	150,
Báscula electrónica de Plataforma		200		
Cosedora de Sacos		100		

(Continúa)

²⁵ Se considera este lapso de tiempo en base al periodo de vida útil restante del Relleno Sanitario de Pichacay que termina en el año 2031 y la vida útil contable de 10 años de la maquinaria necesaria para expandir la capacidad de producción. Dado que se planifica que la planta de 50 ton/día empiece a funcionar en el 2023, el intervalo de tiempo desde éste año hasta que el relleno rebasa su capacidad es de 9 años, a partir del cual no se tiene certeza del lugar en el que se depositará los residuos sólidos de la ciudad y si éste condicionará el funcionamiento de la planta de compost.



Herramientas	100	100		
Equipos, Muebles para Administración	200	200		
Equipos de Seguridad	100	50		
Subtotal	27.500	27.900	5.250	5.250
Terreno	600.000	600.000	600.000	600.000,
Total valor de desecho	2.491.695	1.557.141	1.344.769	2.115.965

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Los valores expuestos en la anterior tabla serán usados en la evaluación del proyecto, considerándolos como un ingreso; si bien no constituyen un ingreso real deben ser incluidos en el flujo de caja del proyecto al final del periodo de evaluación (Sapag, 2011).

Costos de producción

Los costos de producción constituyen los valores que se incluyen en el proceso productivo, entre los que se encuentra la materia prima, mano de obra directa, costos indirectos de fabricación y costos de administración. Para la proyección de los costos se toma como referencia la actual planta de compostaje, específicamente, se considera información del año 2018 y se realizan estimaciones promedio para los años futuros, a esto se agrega los criterios del personal de la EMAC EP referente al comportamiento que tendrán las variables incluidas en la producción, utilizando para ello la tasa de inflación promedio anual de los últimos 5 años (1,61%) para captar la evolución que estos tendrán producto del incremento de precios.

Materia prima

La materia prima, en este caso el residuo sólido orgánico, para la producción de compost proveniente de la recolección de mercados, puntos limpios, grandes generadores y áreas verdes de la ciudad intuitivamente constituyen aquello que no es útil, por lo tanto, no deberían poseer ningún costo; sin embargo, para un productor independiente cuya misión no sea la gestión integral de los residuos sólidos generados en un cantón, sino obtener rentabilidad a través de la comercialización de un producto (compost); los desembolsos monetarios realizados para recolectar y transportar los residuos orgánicos desde el lugar de origen hasta la planta de producción constituirían un costo de producción. Basados en esta lógica, EMAC EP debería considerar los egresos realizados para la recolección y transporte de residuos sólidos orgánicos hacia la planta en el costo de producción de compost, para de esta manera determinar el valor de producción del bien.

Sin embargo, debido a que la institución es una empresa pública y presta distintos servicios con el propósito de dar cumplimiento a su misión, es necesario realizar un análisis integral de los costos a asignar a cada una de las prestaciones ejecutadas, específicamente, si la planta de



compostaje no estuviese en funcionamiento la EMAC EP de igual manera tendría que recolectar y transportar los residuos orgánicos desde los distintos puntos de generación hacia el relleno sanitario para su disposición final, es decir, los costos recolección y transporte de una u otra manera se tendrán que llevar a cabo independientemente de la existencia o no de la planta.

En base a lo expuesto, esta evaluación no considera los costos de recolección y transporte para realizar las evaluaciones planteadas, únicamente considera el costo de transporte que se genera por el traslado de material semicompostado entre el EcoParque y Pichacay con el propósito de llegar a cabo el tratamiento de los residuos para la obtención de compost, los cuales se expresan dentro de los costos indirectos de fabricación.

Mano de obra

En la actual planta ubicada en el EcoParque de El Valle laboran 13 personas, la jefa de la planta de compostaje, 11 obreros y 1 operador de maquinaria; los cuales están distribuidos en cada una de las etapas de producción de compost y humus. Establecidas las alternativas de producción, se reasigna el personal para el desarrollo adecuado de cada etapa del proceso productivo; para lo cual se toma en cuenta que durante el 2018 a efectos de incrementar la producción se ha contratado maquinaria con personal propio para ejecutar las etapas de descomposición, maduración y en el 2019 trituración y tamizado; por lo que no es necesario contratar más mano de obra. Sin embargo, el aumento del material a procesar establece la necesidad de incorporar un supervisor para el control del proceso productivo; el cual, al igual que la jefa de planta y el obrero que realiza el muestreo del producto distribuirán su tiempo de trabajo de acuerdo a las alternativas planteadas, en el caso de un proceso productivo de dos plantas su tiempo será distribuido 50% en cada una. La tabla 26 detalla el personal necesario para llevar a cabo el proceso productivo.

Tabla 26: Distribución de personal para la nueva planta-50 ton/día-25 ton7día

Proceso	Puesto	Distribución de personal		
		Planta 50 ton/día	Planta EcoParque 25 ton/día	Nueva Planta 25 ton/día
		Cantidad	Cantidad	
Jefatura de la planta	Técnico de compostaje	1	1	
Supervisor planta	Supervisor	1	1	
Recepción de materia prima	Obrero	1	1	1
Triturado	Obrero	2		

(Continúa)



Formación, aireación y volteo de pilas de descomposición y maduración	Operador de maquina	1		1
	Obrero	1	1	1
Secado	Obrero	1	1	1
Tamizado	Obrero	2		
Ensayado	Obrero	1	1	1
Ecoparque	Obrero	1	1	
Muestreo	Obrero	1		1
Humus	Obrero	1	1	
Total		14	9	5

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Para determinar el costo de mano de obra anual se toma como referencia los salarios del personal que labora en la actual planta, el rubro incluye todos los beneficios sociales que por ley corresponden a un trabajador.

Tabla 27: Costo anual de la mano de obra

Proceso/Puesto	Personal	Mano de obra directa	Mano de obra indirecta
		US\$/año	US\$/año
Jefa de la planta	1		27.831
Supervisor de planta	1		19.292
Recepción de materia prima	1	19.292	
Triturador	2	21.044	
Formación, aeración y volteo de pilas	1	12.624	
Descomposición y maduración	1	10.522	
Secado y tamizado	1	10.522	
Ensayado	1	10.522	
Pesado	1	10.522	
EcoParque	1	10.522	
Muestreo	2	21.044	
Humus	1	10.522	
Total	14	137.136	47.124

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Se estima que para operar una planta de compostaje de 50 toneladas al día el costo de mano de obra representara \$ 184.259 anual, donde la mano de obra directa constituye el 74% del monto total. La tabla 27 describe los costos mencionados.

*Costos indirectos de fabricación*

Constituyen las erogaciones que intervienen indirectamente en la elaboración del producto, como: mano de obra indirecta, materia prima indirecta (insumos químicos u orgánicos), arrendamientos de maquinaria, indumentaria del personal, depreciaciones de maquinaria y herramientas, materiales de aseo, mantenimientos, seguros, entre otros.

La determinación de los Costos Indirectos de Fabricación (CIF) toma como base los costos registrados en la actual planta de compostaje y el criterio ofrecido por la bióloga Ligia Carrión responsable del funcionamiento de la unidad; estos valores guardan relación con las cuentas establecidas por el Departamento Financiero de EMAC EP. Adicionalmente, se considera los costos de transporte en una distancia de 8 km para el traslado del material triturado y compost maduro desde y hacia la planta para su incorporación en el proceso productivo; los cuales se incluyen en la partida arrendamiento de vehículos de residuos orgánicos. La tabla 28 describe los rubros de cuales se componen los costos indirectos.

Tabla 28: Costos indirectos de fabricación

Rubro	Valor total (\$)				Participación promedio (%)
	Alternativa				
	1	2	3	4	
Mano de obra Indirecta	47.124	47.124	47.124	47.124	12%
Adq. Acces. e Insumos Químicos y Orgánicos	30.659	30.659	30.659	30.659	8%
Agua Potable	571	571	571	571	0%
Almac, Embalaje, Envase y Recarga Extintores	99	99	99	99	0%
Arrend. Maq. y Equipos	120.153	120.153	120.153	120.153	31%
Arrend. Vehículos Residuos Orgánicos	93.863	49.932	39.613	39.613	14%
Combustibles y Lubricantes	3.203	3.203	3.203	3.203	1%
Depreciación	67.634	49.263	41.651	64.041	14%
Edic., Imp., Repr. Public. etc.	288	288	288	288	0%
Energía Eléctrica	2.190	2.190	2.190	2.190	1%
Herramientas	217	217	217	217	0%
Investigac. y Exámenes Laboratorio	2.817	2.817	2.817	2.817	1%
Mantenimiento Edificios, Locales, Residencias	984	984	984	984	0%
Mant. Maquin. y Equipos	4.294	4.294	4.294	4.294	1%
Mant. Vehículos	5.348	5.348	5.348	5.348	1%
Mat. Const, Eléct, Plomería, Carpint. y Señal. Vial	2.396	2.396	2.396	2.396	1%
Medicinas y Productos Farmacéuticos	338	338	338	338	0%
Otras Instalaciones, Manten. y Reparaciones	4.524	4.524	4.524	4.524	1%
Otros de Uso y Consumo de Inversión	13.374	13.374	13.374	13.374	3%
Pasajes al interior	115	115	115	115	0%
Repuestos y Accesorios	845	845	845	845	0%
Seguros Residuos Orgánicos	3.600	3.600	3.600	3.600	1%
Servicio de Capacitación	253	253	253	253	0%

(Continúa)



Servicio Vigilancia	27.944	27.944	27.944	27.944	7%
Servicios Técnicos Especializados	688	688	688	688	0%
Telecomunicaciones	146	146	146	146	0%
Vestuario, Lenc. y Prendas Protección	2.922	2.922	2.922	2.922	1%
Materiales de Oficina	51	51	51	51	0%
Total	436.639	374.336	356.405	378.795	100%

Fuente: EMAC EP-Departamento Financiero y Técnico, **Elaboración:** Autores

Determinados los CIF se puede decir que la alternativa 3 constituye la mejor opción de inversión, con un valor monetario que asciende a los \$ 356.405 anuales, precios del 2018, cuando la planta opere a su capacidad máxima, es decir el momento en el que procese 50 ton/día.

Entre los rubros más representativos se encuentran: Arrendamiento de Maquinaria y Equipo (31%), Arrendamiento Vehículos Residuos Orgánicos (14%) y Depreciación (14%) que en conjunto representa más de la mitad (59%) de los CIF. Los factores que explican este comportamiento es la forma en la que opera la planta, contratando maquinaria para el procesamiento de los residuos sólidos, el transporte de la materia entre la planta de compost de El Valle y la que se emplazará en el Relleno Sanitario de Pichacay para completar el ciclo productivo del compost y la elevada pérdida de valor contable que sufren los activos del proyecto.

Gastos administrativos

Los valores incluidos en este apartado constituyen aquellos relacionados con el área corporativa de la empresa, específicamente: gerencia, finanzas, jurídico, comercialización y ventas, entre otros. De acuerdo a estimaciones de la encargada del funcionamiento de la actual planta, en base a su experiencia, la planta de compostaje mantiene en promedio un rubro por concepto de gastos administrativos de alrededor del 25% de su tiempo de trabajo, por lo tanto, en base a su remuneración anual se determina que el valor representaría \$ 6.958 al año.

Costo unitario

Los CIF expuestos en la tabla 28 y los Gastos Administrativos posibilitan determinar el costo total y unitario de producción con los que operarán las alternativas de planta de compostaje diseñadas para procesar 50 ton/día. En ese sentido, tomando en cuenta la producción anual de compost cuando la planta procese 50 ton/día de materia orgánica se determina el costo de producción unitario por kilogramo de compost elaborado.

El cálculo del costo unitario arroja que la alternativa 3 es la que posee el menor costo de producción unitario con un valor de \$ 0,17 el kilogramo, que permite establecer el costo del saco de 35 kg en \$ 5,91; entre los valores más representativos de la producción de compost destacan,



los Costos Indirectos de fabricación (73%) y Mano de Obra Directa (26%), contrario a Gastos Administrativos que representan un valor minúsculo con respecto a los anteriores (1%). La tabla 29 expone esta información.

Tabla 29: Costos unitarios de producción

Concepto	Valor total (\$)				Participación promedio (%)
	Alternativa				
	1	2	3	4	
Costo Materia Prima	-	-	-	-	
Costo de Mano de Obra Directa	137.136	137.136	137.136	137.136	26%
Costos Indirectos de Fabricación	436.639	374.336	356.405	378.795	73%
Costo de Producción	573.774	511.472	493.541	515.931	
Gastos Administrativos	6.958	6.958	6.958	6.958	1%
Costo Total de Producción	580.732	518.430	500.498	522.888	100%
Producción Kg/año	2.964.000	2.964.000	2.964.000	2.964.000	
Costo unitario US \$/Kg	0,20	0,18	0,17	0,18	
Costo unitario US \$/saco 35 kg	6,86	6,12	5,91	6,17	

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

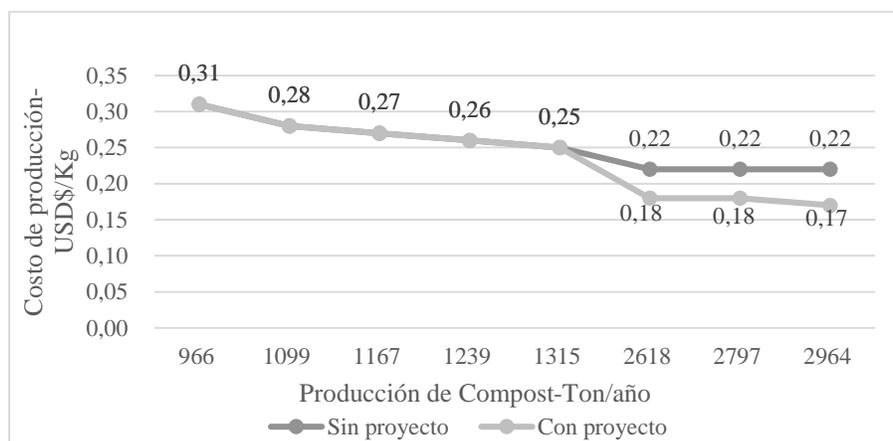
Elección de alternativa

Una vez determinados los costos de operación para cada una de las alternativas mencionadas y establecido el costo unitario por kilogramo de producto se procede a la elección de la mejor alternativa, estableciendo como criterio de decisión aquella que presente el menor costo de producción unitario; el criterio establecido obedece a que las opciones planteadas están diseñadas para procesar igual cantidad de materia orgánica al día, por lo que la elección de cierta alternativa no contrapone los objetivos de la empresa y los beneficios que perciba la sociedad por el tratamiento de los desechos.

En base a la información expuesta, la alternativa 3 presenta el menor costo unitario para una planta de compostaje de 50 toneladas, por lo tanto, esta será la alternativa sobre la cual se trabajará posteriormente para las evaluaciones planteadas en este estudio. Para evidenciar que esta es la mejor alternativa observe la gráfica 3, en la que se muestra que el costo de producción de compost en el año 2018 es de \$ 0,31 por kilogramo, sin embargo, la empresa lo comercializa a un precio \$ 0,11 centavos el kilogramo, valor que no permite cubrir los costos de producción, concretamente, por cada kilogramo vendido existe un déficit de \$ 0,20 centavos que es cubierto por la empresa. No obstante, se observa que a medida que aumenta la producción los costos tienden a disminuir; a saber, la actual planta de compostaje con una capacidad de procesamiento

de 25 ton/día (Sin proyecto) en el año 2023 alcanzara un costo de \$ 0,22 el kilogramo, una disminución del 29% con respecto al año 2018, que se explica por un incremento en la producción del 171% que pasa de 966 ton/año en el 2018 a 2.618 ton/año en el 2023, disminuyendo el déficit a \$ 0,11.

Gráfica 3: Relación producción-costo



Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

De igual manera, tomando en cuenta los costos de la alternativa 3 se evidencia un comportamiento similar para la planta de 50 ton/día (Con proyecto) que en el 2023 alcanzara un costo por kilogramo de \$ 0,18 y llegará a \$ 0,17 en el año 2025 cuando alcance su máxima capacidad productiva, logrando así reducir el déficit de \$ 0,11 a \$ 0,06 por cada kilogramo producido.

Con fundamento en lo anterior, se establece que el incremento en la capacidad de procesamiento de la planta a 50 ton/día generará una disminución de \$ 0,05 (22%) por cada kilogramo elaborado con respecto a la actual planta cuando esta opere al máximo de su capacidad, esto representaría una disminución del costo por tonelada de \$ 50 dólares al pasar de \$ 220 a \$ 170 dólares y significaría un descenso en los costos de producción de \$ 148.200 dólares por año.

Por otro lado, si se determina los costos totales de producción desagregándolos en fijos y variables, como se observa en la tabla 30, los Costos Fijos Totales poseen el mayor peso dentro de los costos de producción; otro aspecto que se extrae de esta división es el aumento del Costo Variable Total cuando se incrementa la capacidad de producción a 50 ton/día, específicamente aumenta un 14% al pasar del 30% al 44% y el efecto inverso se produce en el Costo Fijo.



Tabla 30: Estructura del costo de producción total

Situación sin Proyecto*			Situación con Proyecto*		
Costo Total	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total	Costo fijo	Costo Variable
330.890	232.629	98.261	500.498	282.331	218.167
100%	70%	30%	100%	56%	44%
Participación			Participación		

* Costo al máximo de capacidad instalada

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

En lo referente al Costo de Producción Unitario, como se ve en la tabla 31, el Costo Variable Unitario es \$ 0,07 para la planta de 25 y 50 ton/día respectivamente, y únicamente el Costo Fijo Unitario desciende en un 37% debido al aumento en la producción de compost para la planta de mayor capacidad.

Tabla 31: Estructura del costo de producción uniarario

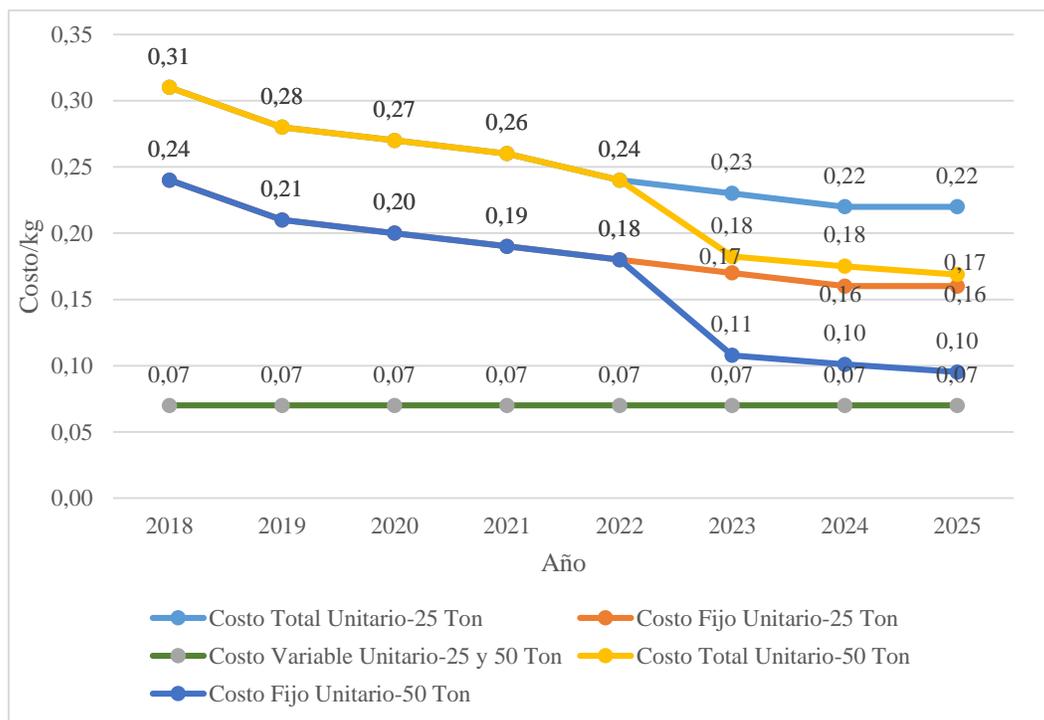
Situación sin Proyecto*			Situación con Proyecto*		
Costo Unitario	Costo fijo	Costo Variable	Costo Unitario	Costo fijo	Costo Variable
0,22	0,16	0,07	0,17	0,10	0,07

* Costo al máximo de capacidad instalada

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Si se analiza la evolución de estos rubros a través del tiempo, como lo muestra la gráfica 4, a excepción de Costo Variable Unitario, el Costo Fijo Unitario descienden a medida que aumenta la producción para el tamaño de planta de 25 y 50 ton/día respectivamente, que induce a una caída de Costo de Producción Unitario. El costo por kilogramo producido pasa de \$ 0,31 en el 2018 a 0,22 en el 2025 para la planta de 25 ton/día y a \$ 0,17 para la de 50 ton/día, un descenso de \$ 0,09 (29%) y \$ 0,14 (45%) respectivamente. La principal explicación de este hecho es la alta participación del Costo Fijo en el Costo Unitario que disminuye a medida que se incrementa la producción.

Gráfica 4: Evolución del costo de producción unitario



Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Punto de equilibrio

En base a la información presentada, es posible determinar el punto de equilibrio, es decir el estado de producción en el que la empresa no gana ni pierde. El cálculo de este valor permite establecer la cantidad de sacos de compost de 35 kg que tendrá que vender EMAC EP para cubrir los costos incurridos en la producción del mismo.

De la tabla 29 se sabe que el Costo de Producción Unitario en la alternativa 3 para un saco de 35 kg es \$ 5,91, dentro de este valor \$ 2,58 constituye Costo Variable Unitario con un Costo Fijo Total que asciende a \$ 282.331 anualmente. Usando esta información y mediante la ecuación 14 se determina la cantidad de equilibrio (Q_E) para la planta de compostaje, dicho de otra manera, el número de sacos de 35 kg que deberá vender la empresa para cubrir sus costos de producción. Si vende cada saco al costo de producción tendrá que comercializar 84.686 unidades anuales, por el contrario, si continua con el precio actual (\$ 4) tendrá que vender 198.294 unidades; no obstante, las estimaciones de producción expuestas en la tabla 18, muestran que la planta estará en capacidad de producir únicamente 84.686 sacos de compost al año, que representan únicamente el 43% de las unidades requeridas.



$$Q_E = \frac{\text{Costo Fijo Total}}{\text{Precio} - \text{Costo Variable}} \quad (14)$$

Esto demuestra que la variable a tomar en cuenta para cubrir este déficit es el precio de venta del producto, específicamente, se tendría que comercializar el compost a un precio que cubra los costos de producción; en el caso de la actual planta de compostaje (25 ton/día) el precio de un saco en el año 2019 sería de \$ 9,85. Sin embargo, previo a establecer un precio es necesario tomar en cuenta los ingresos a través del ahorro bruto que generará la producción de compost en los demás servicios que presta la empresa que compensa el déficit presentado.

Ingresos

Los principales ingresos de la planta provienen de la venta de compost y ahorros bruto generados a la empresa debido al menor tratamiento de residuos sólidos, expresados en la tabla 1, con un considerable impacto en el presupuesto de la institución y la vida útil del relleno sanitario (EMAC EP, 2017). Estos ingresos se detallan a continuación:

Ingreso por ahorro de recursos por la recuperación de materiales para la producción de compost

El ingreso por este concepto se determina a través de las ventas de compost, para su cálculo se multiplica el precio de mercado del saco²⁶ de compost (\$ 4) por la cantidad producida. En promedio, actualmente se comercializa el 30% del compost y el 70% restante se destina a la fertilización de las áreas verdes de la ciudad y demás compromisos adquiridos de los cuales no se percibe ingreso monetario alguno. Por lo tanto, el primero claramente constituye un ingreso explícito para la institución, sin embargo, el segundo también se considera como un ingreso debido al ahorro bruto que genera la no adquisición del producto, es decir, si EMAC EP no tuviera una planta de compost tendría que recurrir al mercado para adquirir el producto y pagar por él determinado valor, significándole un egreso monetario constante.

El precio establecido por la empresa está dentro de los rangos que maneja la competencia lo que garantiza una estimación adecuada de los ingresos por venta. La tabla 32 muestra los ingresos estimados para la actual (Sin proyecto) y nueva planta (Con proyecto) los cuales varían en función a la producción²⁷. Se evidencia que los ingresos se incrementan en un 85,73% en promedio anual con la implementación de la nueva planta.

²⁶ Se considera el saco por ser el producto de mayor comercialización.



Tabla 32: Ingresos por venta de compost

Año	Sin Proyecto 25 Ton/día			Con Proyecto 50 Ton/día		
	Sacos 35kg/año	Precio	Ingreso anual	Sacos 35kg/año	Precio	Ingreso anual
2023	39.875	4,00	159.500	74.809	4,00	299.236
2024	42.326	4,00	169.305	79.911	4,00	319.644
2025	42.326	4,00	169.305	84.686	4,00	338.744
2026	42.326	4,00	169.305	84.686	4,00	338.744
2027	42.326	4,00	169.305	84.686	4,00	338.744
2028	42.326	4,00	169.305	84.686	4,00	338.744
2029	42.326	4,00	169.305	84.686	4,00	338.744
2030	42.326	4,00	169.305	84.686	4,00	338.744
2031	42.326	4,00	169.305	84.686	4,00	338.744
2032	42.326	4,00	169.305	84.686	4,00	338.744

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Ingreso por ahorro de recursos en el tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos evitados en el relleno sanitario

El tratamiento integral de residuos sólidos, para la disposición final, que llegan al Relleno Sanitario tiene un costo promedio de \$ 19,67/ton a precios de 2018; estos a su vez se dividen en costos por tratamiento de lixiviados y confinamiento de la basura en el relleno. La actividad a considerar para la determinación de este ingreso es aquella ejecutada para el confinamiento de la basura, cuyo valor se estima en \$ 7,06/ton, en el cual están inmersos todos los costos incurridos para la disposición definitiva de los residuos.

Tabla 33: Ingreso por tratamiento de residuos organicos evitados

Año	Sin Proyecto 25 Ton/día	Con Proyecto 50 Ton/día
	Ingreso Anual	Ingreso Anual
2023	51.859	97.291
2024	55.046	103.926
2025	55.046	110.136
2026	55.046	110.136
2027	55.046	110.136
2028	55.046	110.136
2029	55.046	110.136
2030	55.046	110.136
2031	55.046	110.136
2032	55.046	110.136

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Al ampliar la capacidad de planta de compostaje disminuirá, en mayor medida, la cantidad de residuos destinados al relleno y con ello se generará en promedio un ahorro anual de \$ 108.321 a precios de 2018; un incremento del 98% con respecto al ahorro producido por la actual planta cuyo valor promedio es de \$ 54.728 al año, es decir se duplica el ahorro percibido por este motivo



que se evidencia en la tabla 33. Estos ingresos se obtienen mediante la multiplicación de la cantidad de residuos que se tratarán en la planta de compostaje por costo de tratamiento del mismo en el Relleno Sanitario.

Ingreso por el ahorro en el tratamiento de lixiviados

El líquido generado por la descomposición de residuos orgánicos o lixiviados depende, entre otros factores, de la cantidad de desechos que lleguen al vertedero y el clima, volviéndose difícil cuantificar objetivamente el monto generado por tonelada de residuo. En vista de esto, con el propósito de tener una estimación objetiva del volumen de lixiviado producido, se considera únicamente el agua existente en la estructura química de la materia, de este modo, en base a estimaciones realizadas por EMAC EP se determina que una tonelada de materia orgánica durante su proceso de descomposición generará 1 m³ cúbico de lixiviado.

Según la empresa, el costo del tratamiento de lixiviados es de \$ 12,61 por m³, esto multiplicado por la cantidad de lixiviado que dejará de generarse por las toneladas de basura evitadas en el relleno, da como resultado un ahorro promedio de \$ 193.313 al año, comparado con el ahorro promedio generado por la planta actual, \$ 97.750, representaría el doble.

Tabla 34: Ahorro en el tratamiento de lixiviados

Año	Sin Proyecto 25 Ton/día	Con Proyecto 50 Ton/día
	Ingreso Anual	Ingreso Anual
2023	92.626	173.773
2024	98.320	185.624
2025	98.320	196.716
2026	98.320	196.716
2027	98.320	196.716
2028	98.320	196.716
2029	98.320	196.716
2030	98.320	196.716
2031	98.320	196.716
2032	98.320	196.716

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Ingreso por el aumento de la vida útil del relleno sanitario

La prolongación de la vida útil es considerada como un ingreso para la empresa, pues al incrementar el tiempo de utilidad del sitio de disposición final de los residuos, la inversión que se tendría que hacer en uno nuevo relleno sanitario se postergaría durante el tiempo de vida adicional que el proyecto genere producto de la menor disposición de desechos.



Para la valoración de este ingreso, se utiliza una tasa de descuento financiera que permita cuantificar el costo de oportunidad del dinero por el tiempo de prolongación del relleno; su cálculo se determina a través de la diferencia entre el valor futuro de la inversión²⁸, por los días postergados, y el que se estima desembolsar en la construcción del relleno si no se desarrolla el proyecto; sin embargo, debido al periodo de evaluación del proyecto es necesario traer el costo de oportunidad determinado a valor actual, por igual número de días, e incluirlo como ingreso en el último año de evaluación del proyecto (Zamora, Murguía, Valencia, González, & García, 1998). Las acciones a realizar para estimar el ingreso son: tiempo de prolongación del relleno, inversión necesaria en un nuevo relleno sanitario y costos incrementales generados por la localización de un sitio de disposición más alejado de la ciudad.

Tabla 35: Prolongación de la vida útil por las plantas de compostaje

Año	Sin planta		Sin Proyecto 25 Ton/día		Con Proyecto 50 Ton/día	
	Desechos transportados a RS (ton)	Volumen disponible (m3)	Desechos transportados a RS (ton)	Volumen disponible (m3)	Desechos transportados a RS (ton)	Volumen disponible (m3)
2019	176.438	2.139.651	170.652	2.145.437	164.866	2.151.223
2020	180.438	1.959.213	174.297	1.971.141	168.155	1.983.069
2021	184.461	1.774.752	177.942	1.793.199	171.422	1.811.646
2022	188.506	1.586.245	181.586	1.611.613	174.666	1.636.980
2023	192.577	1.393.669	185.231	1.426.382	177.886	1.459.094
2024	196.673	1.196.996	188.876	1.237.505	181.079	1.278.015
2025	200.318	996.678	192.521	1.044.984	184.724	1.093.291
2026	203.963	792.715	196.166	848.818	188.369	904.922
2027	207.608	585.107	199.811	649.007	192.014	712.908
2028	211.253	373.854	203.456	445.552	195.659	517.249
2029	214.898	158.956	207.101	238.451	199.304	317.945
2030	218.543	-59.586	210.746	27.705	202.949	114.997
2031	222.187	-281.774	214.391	-186.685	206.594	-91.597
Volumen disponible (m3) en Relleno Sanitario de Pichacay al 24-04-2019						2.316.089
Residuos generados en promedio (ton/día)						500
Días sin espacio para residuos		564			373	183
Años sin espacio para residuos		1,54			1,02	0,50
Aumento de Vida Útil (días)				190	380	

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

²⁸ Inversión para el nuevo relleno



La tabla 35 muestra que el tiempo de vida añadido por la actual planta de compostaje de 25 ton/día es de 190 días y con la planta de 50 ton/día su valor se duplica a 380 días, calculados en base a los 2.316.089 m³ disponibles para el confinamiento de la basura y los residuos generados anualmente.

Por otro lado, la tabla 36 detalla la inversión que se realizará en terrenos, adecuaciones e infraestructura para poner en marcha un nuevo relleno sanitario, cuyo valor asciende a los \$ 5.000.000.

Tabla 36: Inversión en el nuevo relleno sanitario

Concepto	Monto
Costo de Inversión	
Terreno	2.000.000
Obras civiles	3.000.000
Total	5.000.000

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

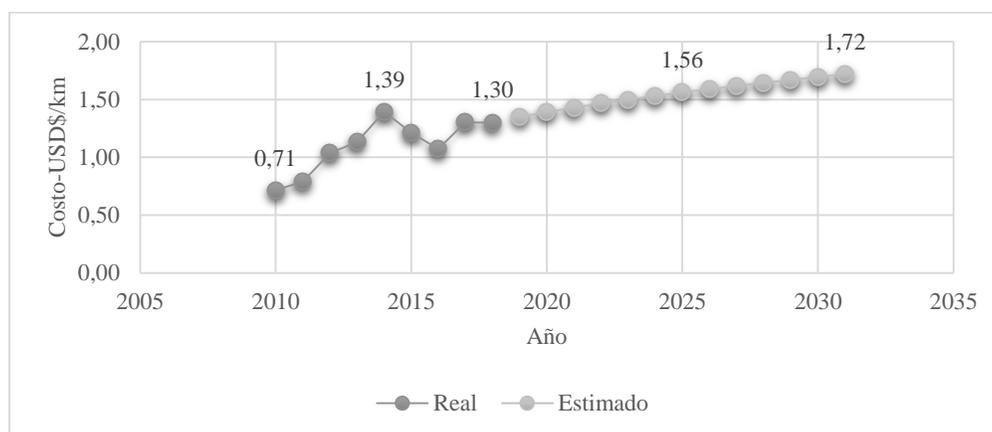
Finalmente, se establece los costos de operación adicionales en los que se incurrirá por el aumento de la distancia al lugar de disposición final de los residuos, específicamente, independientemente si el relleno sanitario se queda o no en el sitio actual, los costos de tratamiento para la disposición final tendrán que realizarse; por lo tanto, para determinar el valor incremental se considera únicamente el aumento de costos por la mayor distancia de transporte de residuos.

El costo de transporte se genera por el traslado de lixiviados y residuos domiciliarios, por lo que la mayor distancia los afecta directamente; para propósitos de esta evaluación se considera 10 km adicionales de recorrido (20 km entre ida y vuelta) a los transitados en la actualidad. De acuerdo a EMAC EP, la distancia promedio entre el Centro de Operaciones ubicado en el Parque Industrial y el Relleno Sanitario de Pichacay es de 56,47 km que, sumado a la ampliación, da un recorrido total de 76,46 km por viaje de transporte de residuos sin considerar el lapso transitado por recolección, de igual manera, el tramo entre el relleno y planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba es de 42 km que sumados a los incrementales daría un total de 62 km por viaje de transporte de lixiviados.

A precios de 2018, el costo del transporte de residuos domiciliarios se establece en \$1,30/km e incluye mantenimiento de vehículos, repuestos, combustibles y un 20% por concepto

de gastos indirectos, por otro lado, el costo del transporte de lixiviados es de \$ 5,53/km para un tanquero de 4.000 galones. Debido a que el ingreso se genera al final del periodo de vida útil del relleno es necesario realizar las proyecciones de los costos por cada concepto con el propósito de establecerlo y evitar subestimar costos. Para la estimación del costo de transporte en el 2031 se usa información historia del año 2010 al 2018 con la que se obtiene un valor de \$ 1,72/km, como se observa en la gráfica 5; en cambio, para el transporte de lixiviados se considera el valor desembolsado en el 2019 y la tasa de inflación promedio del sector de los últimos 5 años (3,63%) que permiten establecer el precio a 8,80/km.

Gráfica 5: Costo por km del transporte de residuos sólidos



Fuente: EMAC EP-Departamento Financiero, **Elaboración:** Autores

En la actualidad se generan 44 viajes diarios para el transporte de residuos y 9 para lixiviados, sin embargo, es necesario considerar el crecimiento demográfico para establecer cuantos viajes serán necesario para 2031, pues el aumento poblacional afecta directamente a la generación de residuos. Con el propósito de cuantificar la cantidad de viajes para el transporte de residuos domiciliarios se usa el número actual y la tasa de crecimiento poblacional del cantón del 1,02% anual, que permite establecer que serán necesarios 50 viajes diarios, en cambio, para lixiviados se utiliza la tasa de crecimiento promedio diario del mismo en los últimos 12 años cuyo valor es del 8,55% con el que se establece que serán necesarios 68 viajes.



Tabla 37: Costos de operación incrementales

Situación	Concepto	Relleno Sanitario de Pichacay	Nuevo Relleno Sanitario	Incrementales
Sin Proyecto 25 Ton/día (190 días)	Transporte de residuos domiciliarios	933.658	1.264.332	330.674
	Transporte de lixiviados	1.903.706	2.810.233	906.527
	Total	2.837.364	4.074.565	1.237.201
Con Proyecto 50 Ton/día (380 días)	Transporte de residuos domiciliarios	1.867.316	2.528.664	661.348
	Transporte de lixiviados	3.807.412	5.620.466	1.813.053
	Total	5.674.728	8.149.130	2.474.401

Fuente: EMAC EP-Departamento Financiero, **Elaboración:** Autores

Establecidos los costos de transporte por kilómetro y el número de viajes es posible determinar los costos de operación globales por transporte. La tabla 37 expone los costos de operación incrementales por el mayor recorrido, en base a éstos, se determina que el ingreso (ahorro) que tendrá la empresa por la prolongación de la vida útil debido al costo de oportunidad de los recursos es de \$ 246.982 para la planta de 25 ton/día y \$ 569.399 para la de 50 ton/día, como se observa en la tabla 38.

Tabla 38: Ingresos por el aumento de la vida útil del relleno sanitario

Rubro	Sin Proyecto 25 Ton/día	Con Proyecto 50 Ton/día
Inversión	5.000.000	5.000.000
Costo de operación incrementales	1.237.201	2.474.401
Total	6.237.201	7.474.401
Días de prolongación de vida del relleno	190	380
Tasa de descuento financiera		7,91%
Valor futuro de la inversión y operación	6.494.366	8.090.755
Costo de oportunidad de la inversión	257.166	616.353
Valor actual del costo de oportunidad	246.982*	569.399**
Ingreso incremental (** - *)		322.417

Fuente: EMAC EP, **Elaboración:** Autores

Evaluación financiera

Determinar el rendimiento financiero que se obtendrá con la ampliación de la planta de compostaje a una capacidad de 50 ton/día, requiere comparar el rendimiento que se obtendrá si se deja que la actual planta de compostaje del EcoParque El Valle siga funcionando en condiciones similares a las que la ha venido desarrollándose hasta alcanzar su máxima capacidad de procesamiento de residuos sólidos orgánicos de 25 toneladas al día (situación sin proyecto), contra el rendimiento que se obtendría producto de la ampliación de la capacidad de procesamiento de residuos a 50 toneladas al día (situación con proyecto).



Para la evaluación de la situación sin proyecto se recurre a información que presenta la actual planta de compostaje para el periodo 2015-2018 referente a costos de operación y mantenimiento e ingresos; de igual manera, para la situación con proyecto se toma como referencia los datos de la actual planta ajustándolos al requerimiento de tal capacidad.

Inversión Inicial

La obtención de los costos de inversión de un proyecto conlleva el conocimiento de todos los elementos que forman parte del mismo, así como las condiciones en las cuales se desarrollará la obra y su tiempo de duración. En el estudio financiero se determinó que el costo de inversión de la alternativa tres es de \$1.606.718 en el 2019, sin embargo, se tiene previsto que la inversión será de un año (2022), por lo cual será necesario ajustar la inversión a las variaciones de precios que se puedan suscitar.

Para ajustar el monto de inversión a las fluctuaciones provocadas por la inflación, se procedió a utilizar la fórmula polinómica y el Índice de Precios de la Construcción (IPCO) que captura las variaciones de precios para determinadas categorías de materiales, equipo y maquinaria usados en la construcción (INEC, 2019)²⁹. A continuación, en la tabla 39 se presentan los costos de inversión actualizados a enero del 2022, en la que se evidencia que la inversión en el año 2022 se incrementará en un 3% con respecto a la inversión del 2019.

Tabla 39: Estructura del costo de inversión 2022

Concepto	Costo
Adecuaciones e Infraestructura	
Terreno	600.000
Área de Trituración	662.830
Área de Maduración y Secado	230.897
Equipos y Maquinaria	
Retroexcavadora	44.720
Medidor de Ph y termómetro	898
Medidor de humedad	1.346
IVA 12%	112.883
Total	1.653.574

Fuente: (EMAC EP, 2018), **Elaboración:** Autores

²⁹ Ver anexo 2.1



Financiamiento

La estructura de capital para el financiamiento del proyecto estará compuesta un 10% mediante capital propio y el 90% mediante capital externo. El capital externo se obtendrá a través de una línea de crédito otorgado por el Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE). Las condiciones del crédito se detallan en la tabla 40.

Tabla 40: Condiciones del crédito

Descripción	Costo	Estructura de Capital
Capital Propio	165.357,43	10%
Financiamiento	1.488.216,91	90%
Inversión Total	1.653.574,34	100%
Plazo (años)		7
Tasa de interés anual		7,49%
Tiempo de gracia (años)		1
Amortización anual		316.960

Fuente: EMAC EP (2018), **Elaboración:** Autores

El pago de crédito incluye un año de gracia en el que se realiza un desembolso solo por el concepto de pago de capital de la deuda.

Tasa de descuento financiera

Para la obtención de la tasa de descuento se procedió primero a calcular el costo de capital propio a través de CAMP³⁰. Acorde a la literatura económica, la tasa libre de riesgo fue obtenida del rendimiento de los bonos del tesoro de Estados Unidos a 10 años por poseer igual vida útil a la del proyecto. La tasa de rendimiento de mercado³¹ se estableció a través del cupón (interés) de los Bonos del Estado de deuda interna con vencimiento en el año 2029, destinados a financiar parcialmente el “Programa de Preservación de Capital” correspondiente al año 2018, y/o programas y proyectos de inversión durante el ejercicio fiscal 2018-2019. En lo que respecta al beta comparable de empresas dedicadas a la gestión de residuos sólidos, iguales a EMAC EP, se tomó el beta para empresas del sector de tratamiento residuos domiciliarios publicados por Damodaran, (2019); el cual fue desapalancado y reapalancado³² para ajustarlo a la estructura

³⁰ Ver anexo 2.2.

³¹ La baja tasa de variación del principal índice del mercado bursátil, ECU-INDEX, no permite determinar una prima de riesgo positiva por la inversión en el proyecto, superior a la de mercados desarrollados; por lo tanto, se recurre a los bonos colocados por el estado en la Bolsa de Valores mediante acta resolutive de 25 de agosto de 2018 emitidos por el Ministerio de Finanzas.

³² Revisar anexo 2.2.2



financiera de la empresa dueña del proyecto. Se incluye el riesgo país del Ecuador como un factor de corrección de la tasa libre de riesgo, debido a que el riesgo de un mercado subdesarrollado es distinto del riesgo de inversión en Estados Unidos (Dumrauf, 2013).

Por otro lado, debido a que la inversión del proyecto se la va a realizar en el 2022, se procedió a proyectar el rendimiento de los bonos del tesoro mediante un modelo ARIMA³³, mientras que el beta y el riesgo país se asumen constantes por temas coyunturales de la economía (Romero, 2017). Dicho esto, y haciendo uso de la ecuación (13) tenemos:

$$r_j = 0,0239 + 0,0558 + 1,0227(0,0606 - 0,0239)$$

$$r_j = 0,1172 = 11,72\%$$

El rendimiento esperado del inversionista es de 11,72%. Con este resultado se procede a calcular el promedio ponderado del costo de capital, considerando que el costo de la deuda es del 7,49% y que esta representa un 90% de la inversión total. Aplicando la ecuación (12) tenemos:

$$WACC = (0,90 * 0,0749) + (0,10 * 0,1172) = 0,0791$$

El promedio ponderado de costo de capital para el proyecto es de 7,91%; este valor será utilizado como tasa de descuento para realizar la evaluación financiera del proyecto.

Indicadores financieros

Existen distintos indicadores financieros que permiten evaluar la rentabilidad del proyecto que conllevan a una mejor toma de decisiones, sin embargo; los más adecuados para evaluar financieramente este proyecto son: El Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). La tabla 41 muestra los resultados obtenidos de la evaluación financiera del proyecto³⁴.

El rubro más significativo por concepto de ingresos es el ahorro de recursos por recuperación de materiales para la producción de compost (venta de compost), seguido del tratamiento de lixiviados y residuos sólidos; por otro lado, sin considerar el servicio de la deuda, el mayor egreso lo constituyen los costos de Operación y Mantenimiento (O&M) entre los cuales

³³ Revisar anexo 2.2.3 Los cálculos que se realizaron para proyectar el índice bursátil, que no permiten obtener una prima de riesgo positiva, también se presenta en este anexo.

³⁴ En esta sección se muestra la evaluación financiera a precios corrientes; los flujos reales y constantes están en el anexo 2.3



se destacan los Costos Indirectos de Fabricación (CIF), seguido de la Mano de Obra Directa (MOD) y Gastos Administrativos (GA).

Como se puede observar en la tabla 14, los indicadores financieros resultantes de esta evaluación con una tasa de descuento financiera del 7,91%, son un VAN positivo de \$ 7.640, una TIR del 8,11%, mayor a la tasa de descuento financiera y una relación Beneficio/Costo \$ 1,05 dólares de rendimiento a través de cual se evidencia que por cada dólar invertido el proyecto generara 1,5 de recursos que permitirán cubrir las obligaciones que la iniciativa demanda, por último, se espera que la empresa, con y sin tomar en cuenta el costo de oportunidad del dinero en el tiempo, recupere la inversión realizada en 10 años. Es importante resaltar que desde el segundo al séptimo año de funcionamiento el proyecto arroja un flujo neto incremental negativo debido a los fuertes desembolsos monetarios que se realizan por concepto del pago de deuda; sin embargo, este se vuelve positivo para el periodo de evaluación restante.



Tabla 41: Flujos de efectivo financieros

SITUACIÓN SIN PROYECTO-25 Ton/día											
Rubros/Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Operacional											
Ingresos	313.518	335.421	338.096	340.813	343.574	346.380	349.231	352.128	355.071	739.997	
Venta Compost*	159.501	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305
Tratamiento RSO	55.280	59.623	60.583	61.558	62.549	63.556	64.579	65.619	66.676	67.749	
Tratamiento L	98.737	106.493	108.208	109.950	111.720	113.519	115.347	117.204	119.091	121.008	
Vida Útil											246.982
Valor Residual											134.952
Egresos O&M	337.747	350.394	357.856	365.528	373.415	381.525	389.864	398.437	407.252	416.317	
MOD	146.183	148.536	150.928	153.358	155.827	158.336	160.885	163.475	166.107	168.781	
CIF	184.024	194.113	198.973	203.999	209.196	214.569	220.124	225.867	231.804	237.940	
GA	7.540	7.745	7.955	8.171	8.393	8.621	8.855	9.095	9.342	9.595	
Flujo de Caja (1)	-24.230	-14.972	-19.760	-24.714	-29.841	-35.145	-40.632	-46.309	-52.181	323.680	

SITUACIÓN CON PROYECTO-50 Ton/día											
Rubros/Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Operacional											
Ingresos	1.600.975	593.000	638.411	681.910	687.347	692.871	698.485	704.189	709.985	715.874	2.036.027
Venta Compost*		304.053	324.789	344.197	344.197	344.197	344.197	344.197	344.197	344.197	344.197
Tratamiento RSO		103.709	112.566	121.213	123.164	125.147	127.162	129.209	131.290	133.403	135.551
Tratamiento L		185.237	201.056	216.500	219.986	223.528	227.126	230.783	234.499	238.274	242.110
Vida Útil											569.399
Valor Residual											744.769
Préstamo	1.488.216,91										
Egresos	1.653.574	575.554	821.002	845.703	860.294	875.369	890.940	907.026	582.666	599.829	617.558
Inversión	1.653.574										
O&M		455.641	480.026	504.727	519.319	534.393	549.965	566.051	582.666	599.829	617.558
MOD		154.317	158.938	163.698	168.601	173.650	178.851	184.207	189.724	195.406	201.258
CIF		293.580	313.133	332.858	342.326	352.123	362.260	372.749	383.601	394.829	406.444
GA		7.745	7.955	8.171	8.393	8.621	8.855	9.095	9.342	9.595	9.856
Gasto financiero		119.913	340.975	340.975	340.975	340.975	340.975	340.975			
Interés		111.467	111.467	96.076	79.532	61.748	42.633	22.086			

(Continúa)



Capital			205.493	220.884	237.428	255.212	274.327	294.874			
<i>Flujo de Caja(2)</i>	<i>-165.357</i>	<i>25.891</i>	<i>-158.575</i>	<i>-139.778</i>	<i>-148.933</i>	<i>-158.482</i>	<i>-168.440</i>	<i>-178.821</i>	<i>127.319</i>	<i>116.045</i>	<i>1.418.469</i>

INCREMENTAL											
Rubros/Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Flujo de Caja Incremental (2)-(1)</i>	<i>-165.357</i>	<i>50.121</i>	<i>-143.603</i>	<i>-120.018</i>	<i>-124.218</i>	<i>-128.641</i>	<i>-133.295</i>	<i>-138.189</i>	<i>173.628</i>	<i>168.226</i>	<i>1.094.789</i>

INDICADORES FINANCIEROS							
Tasa de Descuento	7,91%	VAN	\$7.640	Relación Beneficio/Costo	\$1,05	Periodo de Recuperación Contable	10 años
		TIR	8,11%			Periodo de Recuperación Descontado	10 años

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores



Evaluación económica

La evaluación económica involucra un contexto más amplio que la evaluación financiera, aquí se muestra la cuantificación de los beneficios y de los costos económicos del proyecto a precios de eficiencia. Es importante indicar que en los flujos económicos quedan excluidos el pago de impuestos y la emisión de deuda, ya que se eliminan las transferencias de renta entre agentes.

Relaciones precio cuenta (RPC)

Para llevar a cabo esta evaluación todos los montos se convierten a precios de eficiencia, para ello, son clasificados en componente nacional e importado, así como en mano de obra calificada y no calificada. Dichos valores son transformados con la aplicación de sus respectivos factores de conversión o relaciones precio cuenta, que se muestran en la tabla 42.

Tabla 42: Tabla 42: Relaciones precio cuenta

RPC mano de obra calificada	1
RPC mano de obra no calificada	1
RPC de la divisa	1
RPC combustible	1
RPC electricidad	1
IVA	1,12

Fuente: (Banco de Desarrollo del Ecuador, 2018), **Elaboración:** Autores

Es necesario manifestar que los RPC expuestos no reflejan el verdadero valor que tiene los diferentes insumos para el país debido a la desactualización de los mismos, sin embargo, constituyen la única información oficial de la que se dispone.

Inversión inicial

Para el cálculo del presupuesto a precios de eficiencia se procedió a aplicar los respectivos RPC y determinar el componente importado³⁵. Dicho resultado se puede observar en la tabla 43.

³⁵ Ver anexo 3.1



Tabla 43: Presupuesto de inversión de la nueva planta de compostaje

RUBRO	PRECIOS	
	MERCADO	EFICIENCIA
Adecuaciones e infraestructura	1.000.974	950.700
Mano de obra calificada	57.325	57.325
Mano de obra no calificada	191.916	191.916
Componente nacional	469.226	418.952
Componente importado	282.505	282.505
Equipos y Maquinaria	52.599	52.599
Retroexcavadora	50.086	50.086
Medidor de Ph y termómetro	1.005	1.005
Medidor de humedad	1.507	1.507
Otros activos	600.000	600.000
Terreno	600.000	600.000
TOTAL INVERSION	1.653.574	1.603.300

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

Tasa social de descuento

La tasa de descuento social elegida para la evaluación económica del proyecto es el 12%, la cual permite hacer una comparación de los beneficios y costos económicos a través del tiempo y tomar la decisión de realizar o no un proyecto mediante la determinación del valor actual neto económico. La tasa de descuento expuesta es utilizada en los procesos de evaluación de los distintos países e instituciones internacionales de la región (Campos, Serebrisky, & Suárez, 2016).

Para los costos, al igual que en la evaluación financiera se toma como referencia los que presenta la actual planta de compostaje en el año 2018 sin considerar las variaciones de precios por concepto de inflación, es decir a precios constantes.

Beneficios

Para la determinación de los beneficios en esta evaluación se procedió hacer uso de los mismos parámetros usados en la evaluación financiera, con la diferencia que estos fueron transformados a precios de eficiencia. Sin embargo, es importante señalar que dichos parámetros no cuentan con un RPC respectivo por lo que se procedió a trabajar con la unidad como término de equivalencia, es por eso que los beneficios son iguales a los ingresos de la evaluación financiera, con la diferencia que estos ahora se evalúan a precios constantes.

Como ya se indicó, en el estudio económico existen beneficios que fueron considerados como ingresos en la evaluación financiera, donde ya se explicó su determinación; adicionales a estos, existen dos externalidades generadas por el proyecto que beneficiarán al país A



continuación, se resumen los beneficios mencionados en la evaluación financiera a incluirse en esta evaluación y se exponen detalladamente las externalidades.

Beneficio por ahorro de recursos por la recuperación de materiales para producción de compost

La materia prima directa para la producción de compost son los residuos sólidos orgánicos, que en este caso se recuperarían, en mayor medida, con la construcción de la planta, dado que ya no serían llevados hacia el relleno sanitario. El beneficio para la empresa en este caso se verá reflejado en los ingresos monetarios que se darán por las ventas de compost y el ahorro por la no compra del mismo. La actual planta tiene un promedio ventas anuales por un valor de \$ 50.792 y el monto que la empresa se está ahorrando en promedio anual por no comprar el abono es de \$ 118.514, por su lado con la nueva planta se estima que las ventas promedio se incrementarían a \$ 101.623 y el ahorro a \$ 237.120.

Beneficio por ahorro de recursos en el tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos evitados en el relleno sanitario

La ampliación de la capacidad de procesamiento de la planta de compostaje genera un menor flujo de materia orgánica destinada a la disposición final en el Relleno Sanitario de Pichacay, esto representará para la empresa un beneficio (dólares) por tonelada de residuo tratado. La actual planta generará un ahorro promedio anual \$ 55.046, mientras que con la nueva planta este beneficio se incrementará a \$ 110.136.

Beneficio por el ahorro en el tratamiento de lixiviados

Comúnmente, el impacto ambiental de los rellenos sanitarios está asociado, fundamentalmente con la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) como dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) y los efluentes líquidos y lixiviados producidos (Torres, Barba, Ojeda, Martínez, & Castaño, 2014). Una vez depositados los residuos en el relleno, empiezan a descomponerse, producto de las características intrínsecas del propio residuo como: densidad, composición, humedad, temperatura, pH, disponibilidad de nutrientes, microorganismos existentes, etc., produciéndose lixiviados, biogás al estabilizarse en el depósito (Reyes, 2015).

Los lixiviados son líquidos oscuros que se generan al percolar el agua, comúnmente de lluvia, a través de cualquier material permeable. En este transcurso se arrastran partículas y disuelven sustancias contenidas en los residuos. La constitución de esta sustancia varía mucho en función del tipo de residuos, precipitaciones en el área de depósito, velocidad de descomposición



química, edad del vertedero y otros aspectos del lugar; sin embargo, todos se caracterizan por poseer una alta carga orgánica (García, Ferrer, Donato, & Albarrán, 2008). Raco, y otros (2013), manifiestan que los lixiviados son fuente de sustancias químicas y biológicas altamente tóxicas, que pueden ocasionar daños en el ambiente y la salud humana; cuya principal afectación ambiental está relacionada a la contaminación de fuentes de agua subterránea y superficial (Pablos, y otros, 2011).

El diseño del Relleno Sanitario de Pichacay ha sido desarrollado pensando en la emisión de lixiviados, por lo cual se ha construido un sistema de recolección que evite el escurrimiento e infiltración de éstos a cuerpos de agua. El sistema está compuesto por geomembrana de polietileno de alta densidad caracterizada por poseer baja conductividad hidráulica, colocada en la parte inferior del relleno para evitar filtraciones, con drenajes que recogen este líquido y a través de tuberías lo conducen a pozos cubiertos con geomembrana donde se almacenan para su posterior tratamiento; el objetivo del tratamiento es depurar la sustancia para disminuir la carga de contaminantes que contiene para el posterior vertido directo a cauce.

Según Ligia Carrión la menor disposición de materia orgánica, producto de la utilización de esta en la producción de compost genera un lixiviado de inferior carga orgánica, menos contaminante, con bajos niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). De acuerdo a las estimaciones realizadas por la institución, los residuos sólidos orgánicos están compuestos en su estructura física química de 80% de agua, en promedio, que se escurrirá a través del tiempo, cuando los residuos sean depositados en el relleno sanitario. La falta de estudios que cuantifiquen la menor carga orgánica en los lixiviados como resultado de la inferior disposición de desechos orgánicos limita cuantificar monetariamente el beneficio; sin embargo, se ha determinado que 1 tonelada de residuo sólido orgánico genera en promedio 1 m³ de lixiviado.

Desde el 2014, EMAC EP mantiene un convenio con ETAPA EP a través del cual la primera se compromete a recibir en el relleno sanitario los lodos que se extraen diariamente de la planta de tratamiento de aguas residuales, acumulados en las lagunas de oxigenación ubicadas en Ucubamba; a cambio, ETAPA EP realiza el tratamiento de lixiviados que emanan del relleno. En la tabla 44 se muestra los costos del tratamiento.



Tabla 44: Costos del tratamiento de lixiviados

Concepto	Costo	Unidad de medida
Costo de transporte	5,3	\$/m ³
Costo de tratamiento (Ucubamba)	5	\$/m ³
Costo de tratamiento de bacterias	2,31	\$/m ³
Costo de tratamiento de lixiviados	12,61	\$/m³

Fuente: (EMAC EP, 2018), Elaboración: Autores

Es así que, el costo de transporte del lixiviado a través de tanqueros hacia el lugar de tratamiento constituye el mayor costo del tratamiento (42%), seguido del costo generado en las lagunas de oxigenación (40%) y en menor medida el tratamiento bacteriológico (18%); en total se establece que por cada m³ de lixiviado se gasta \$ 12,61 para su tratamiento. Por lo tanto, el beneficio se refleja en el ahorro de recursos por el tratamiento, cuantificado a través de por la cantidad de lixiviados tratados por el costo del tratamiento. La actual planta generará anualmente un ahorro de 98.320, mientras que con la nueva planta este ahorro ascenderá hasta los \$ 196.716.

Beneficio por el aumento de la vida útil del relleno sanitario

El complejo de Desarrollo Humano y Ambiental Pichacay está constituido por el relleno sanitario que se divide en tres fases, la fase norte I (clausurada), fase norte II (activo) y la fase sur (inactiva) (Conto & Tipan, 2018). La capacidad de recepción de desechos en el relleno sanitario de Pichacay es de 2.316.089 m³, sin embargo, las proyecciones realizadas de demanda de espacio para confinamiento de los desechos alcanzarán los 2.502.774 m³, produciéndose un déficit al final de año 2030 y todo el año 2031 de 281.274 m³. Ahora bien, con el funcionamiento de la actual planta, con una capacidad de procesamiento 25 ton/día de residuos orgánicos, ha logrado incrementar la vida útil del relleno en 190 días y reducir el déficit a 186.685 m³; el incrementando de la capacidad de procesamiento a 50 toneladas día, se estima que aplazará la vida útil en 380 días logrando reducir el déficit a 91.597 m³.

Cabe mencionar que al igual que en la evaluación financiera el número de viajes es el mismo, sin embargo, los costos de transporte por kilómetro difieren ya que en la evaluación económica se trabaja a precios reales. De esta manera, se determina los costos de operación incrementales por transporte cuyos resultados se exponen en la tabla 45.



Tabla 45: Costos de operación incrementales

Situación	Concepto	Relleno Sanitario de Pichacay	Nuevo Relleno Sanitario	Incrementales
Sin Proyecto 25 Ton/día (190 días)	Transporte de residuos domiciliarios	724.390	980.947	256.557
	Transporte de lixiviados	1.196.935	1.766.904	569.969
	Total	1.921.325	2.747.851	826.526
Con Proyecto 50 Ton/día (380 días)	Transporte de residuos domiciliarios	1.448.780	1.961.895	513.115
	Transporte de lixiviados	2.393.870	3.533.808	1.139.938
	Total	3.842.649	5.495.702	1.653.053

Fuente: EMAC EP-Departamento Financiero, **Elaboración:** Autores

Considerando estos costos, el beneficio derivado de la ampliación de la vida útil del relleno reflejado en el costo de oportunidad del dinero asciende a \$ 342.860 con la actual y \$ 739.479 con la nueva planta.

Tabla 46: Beneficio de incrementar la vida útil del relleno sanitario

Rubro	Sin Proyecto 25 Ton/día	Con Proyecto 50 Ton/día
Inversión	5.000.000	5.000.000
Costo de operación incrementales	826.526	1.653.053
Total	5.826.526	6.653.053
Días de prolongación de vida del relleno	190	380
Tasa de descuento financiera		12%
Valor futuro de la inversión y operación	6.190.823	7.485.002
Costo de oportunidad de la inversión	364.279	831.949
Valor actual del costo de oportunidad	342.860*	739.479**
Ingreso incremental (** - *)		396.619

Fuente: EMAC EP, **Elaboración:** Autores

La determinación de este beneficio es igual al realizado para el cálculo del ingreso financiero, con la diferencia que usa una tasa de descuento económica (Zamora, Murguía, Valencia, González, & García, 1998). En la tabla 46 se muestra dicha información.

Beneficio por la reducción de importaciones de fertilizantes orgánicos

De acuerdo a lo observado en el estudio de mercado, existen fertilizantes importados por los diferentes centros agropecuarios para ser ofertados en el mercado local, es así que en Cuenca hay una oferta de 127 toneladas importadas al año, las cuales alcanzarán en el 2032 si se mantiene la misma tendencia, un promedio anual de 184 toneladas; lo cual solo representa el 5% de la cantidad que la empresa llegaría a ofertar (3.120 toneladas), por lo que fácilmente esta demanda podría ser cubierta y desplazada por a EMAC EP.



El volumen de importaciones que se genere en los próximos años, se obtuvo proyectando la actual cantidad de importaciones a través de la tasa de crecimiento del sector agrícola del 3,03%. El país se beneficiara por el ahorro por divisas que se generará al reducirse las importaciones, cuyo ahorro alcanzará un valor de \$ 123.588³⁶ promedio anual. Dicho beneficio se determinó a través de la cantidad importada de abono orgánico y su respectivo precio. La tabla 47 muestra las cantidades en toneladas y el monto equivalente en dólares de abono importado.

Tabla 47: Abono orgánico importado

Año	Ton/año	Dólares/año
2023	144	107.898
2024	148	111.167
2025	152	114.535
2026	157	118.006
2027	162	121.581
2028	167	125.265
2029	172	129.061
2030	177	132.971
2031	182	137.000
2032	184	138.398

Fuente: Encuestas de oferta y demanda, **Elaboración:** Autores

Beneficio por la variación en las emisiones de GEI

Los gases de efecto invernadero son generados en el proceso de descomposición de los residuos, los cuales en este proceso emiten GEI como metano y otros en menor proporción. De acuerdo a las estimaciones realizadas por la EMAC EP una tonelada de residuos sólidos genera 115,5 m³ de biogás en 10 años en el Relleno Sanitario de Pichacay, considerando un 60% de materia orgánica en los residuos depositados, dando un total de 11,15 m³ por año. Se sabe que la planta de compost posee un 90% de materia orgánica, por lo tanto, con este parámetro y los datos detallados se realiza una estimación de la cantidad de biogás que se obtendrá a través de una regla de tres. Los resultados se muestran en la tabla 48.

Tabla 48 Biogás generado por residuos organicos

Porcentaje (%) Materia Orgánica	Biogás Generado (m ³)
60	11,15
90	16,65

Fuente: (EMAC EP, 2018), **Elaboración:** Autores

³⁶ Ver anexo 3.2.2



Se establece que el 50% de los gases que se generan en el relleno sanitario constituye gas metano, de esta manera se establece que anualmente se generarían 8,325 m³ de gas metano (CH₄); debido a que la unidad de medida utilizada internacionalmente para cuantificar el metano son las toneladas métricas, se procede a realizar el cálculo necesario para ajustarlo a esta unidad de medida. De la fórmula para determinar el peso específico, ecuación 15, se despeja el parámetro peso que se muestra en la ecuación 16, y con este se determina el peso del gas metano generado.

$$d = \frac{P}{V} \quad (15)$$

$$P = V * d \quad (16)$$

dónde d es el peso específico, v el volumen y p el peso.

Realizado el cálculo mencionado se determina que el peso específico del metano es de 0,717 kg/m³, por lo tanto, multiplicando éste valor por la cantidad de metano se establece que una tonelada de desechos orgánicos genera 6 Kg de metano anualmente, lo que significaría que en 10 años se generarán 60 Kg de CH₄.

$$P = 8,325 \text{ m}^3 \times 0,717 \text{ kg/m}^3 = 6 \text{ kg CH}_4/\text{Ton/año}$$

Por otro lado, debido a que el gas debe ser transformado en equivalencia de dióxido de carbono (CO₂) necesita ser multiplicado por 25³⁷, dando como resultado que una tonelada de residuos sólidos orgánicos genera 1.500 kg de carbono, que en toneladas equivaldría a 1,5 de CO₂.

De acuerdo a Espinoza & Maldonado (2017), en base a su estudio del Potencial de Cogeneración y Trigeneración en Ecuador, el costo económico de la contaminación es de \$ 220 por tonelada de CO₂. En base a esto se establece, mediante la multiplicación del costo de la contaminación y la cantidad de CO₂ evitada, que la actual planta generará un beneficio promedio de \$ 2.572.994 al año, mientras que con la nueva planta este beneficio se incrementará a \$ 5.148.000 por las toneladas evitadas en la atmosfera. La tabla 49 expone detalladamente lo manifestado.

³⁷ Es multiplicado por este valor debido a que el CH₄ tiene 25 veces más poder calorífico en la atmosfera que el CO₂.



Tabla 49 Beneficio por reducción de GEI

Año	Sin Proyecto 25 Ton/día		Con Proyecto 50 Ton/día	
	CO2 evitado-ton	Beneficio	CO2 evitado-ton	Beneficio
2023	11.018	2.423.994	20.671	4.547.593
2024	11.695	2.572.994	22.081	4.857.735
2025	11.695	2.572.994	23.400	5.148.000
2026	11.695	2.572.994	23.400	5.148.000
2027	11.695	2.572.994	23.400	5.148.000
2028	11.695	2.572.994	23.400	5.148.000
2029	11.695	2.572.994	23.400	5.148.000
2030	11.695	2.572.994	23.400	5.148.000
2031	11.695	2.572.994	23.400	5.148.000
2032	11.695	2.572.994	23.400	5.148.000

Fuente: (EMAC EP, 2018), **Elaboración:** Autores

Indicadores económicos

Estos indicadores nos ayudan a evaluar el impacto y la rentabilidad económica que genera el proyecto a nivel país. Los indicadores que nos permiten llevar a cabo esta evaluación son; el valor actual neto económico (VANE), la tasa interna de retorno económica (TIRE), la relación Beneficio/Costo y el Periodo de Recuperación de la inversión. En la tabla 50 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación económica.

Los resultados obtenidos de la evaluación demuestran que el proyecto genera un gran impacto positivo en la sociedad, derivado principalmente de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), es este caso CH₄, por el alto costo que tiene para la sociedad su emisión, seguido de lejos por el ahorro de recursos que se deriva de la recuperación de materiales para la producción de compost; por otro lado, los costos tienen igual comportamiento a los egresos de la evaluación financiera.

Los resultados obtenidos de la evaluación son muy favorables en términos económicos con un VANE de \$ 14.302.349 y una TIRE de 156% muy superior a la tasa social de descuento (rendimiento promedio exigido por la sociedad) del 12%. Por otro lado, la relación Beneficio/Costo es de \$ 9,92, es decir que por cada dólar invertido los beneficios que obtiene la sociedad son cercanos a diez. Finalmente, el periodo de recuperación la inversión es de 1 año después de haber realizado la inversión (2023).



Tabla 50: Flujos economicos

SITUACIÓN SIN PROYECTO-25 ton/día											
Rubros/Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Operacional											
<i>Beneficios</i>		2.727.979	2.895.665	2.895.665	2.895.665	2.895.665	2.895.665	2.895.665	2.895.665	2.895.665	3.348.175
Recuperación de Residuos		159.501	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305
Tratamiento RSO		51.859	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046
Tratamiento L		92.626	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320
Ahorro Divisas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GEI Evitados		2.423.994	2.572.994	2.572.994	2.572.994	2.572.994	2.572.994	2.572.994	2.572.994	2.572.994	2.572.994
Vida Útil											342.860
Valor Residual											109.649
<i>Costos O&M</i>		299.401	303.873	303.873	303.873	303.873	303.873	303.873	303.873	303.873	303.873
MOD		137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136
CIF		155.307	159.780	159.780	159.780	159.780	159.780	159.780	159.780	159.780	159.780
GA		6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958
<i>Flujo de Caja (I)</i>	0	2.428.578	2.591.792	3.044.301							

SITUACIÓN CON PROYECTO-50 ton/día											
Rubros/Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Operacional											
<i>Beneficios</i>	0	5.217.613	5.567.667	5.895.360	5.896.398	5.897.447	5.898.506	5.899.576	5.900.657	5.901.750	7.247.460
Recuperación de Residuos		299.236	319.643	338.743	338.743	338.743	338.743	338.743	338.743	338.743	338.743
Tratamiento RSO		97.291	103.926	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136
Tratamiento L		173.773	185.624	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716
Ahorro Divisas		107.898	111.167	114.535	118.006	121.581	125.265	129.061	132.971	137.000	138.398
GEI Evitados		4.547.593	4.857.735	5.148.000	5.148.000	5.148.000	5.148.000	5.148.000	5.148.000	5.148.000	5.148.000
Vida Útil											739.479
Valor Residual											605.129
<i>Costos</i>	1.603.300	414.550	425.734	435.572							
Inversión	1.603.300										
O&M	0	414.550	425.734	435.572							

(Continúa)



MOD		137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136
CIF		270.456	281.641	291.478	291.478	291.478	291.478	291.478	291.478	291.478	291.478
GA		6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958
Flujo de Caja (2)	- 1.603.300	4.811.240	5.152.362	5.472.558	5.476.029	5.479.604	5.483.288	5.487.084	5.490.994	5.495.023	6.841.028

Rubros/Años	INCREMENTAL										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de Caja Incremental (2)-(1)	- 1603.300	2.382.662	2.560.570	2.880.766	2.884.237	2.887.812	2.891.496	2.895.292	2.899.202	2.903.231	3.796.727

INDICADORES ECONÓMICOS							
Tasa social de Descuento	12%	VANE	\$14.302.349	Relación Beneficio/Costo	\$9,92	Periodo de Recuperación Contable	1 año
		TIRE	156%			Periodo de Recuperación Descontado	1 año

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores



Evaluación social

El desarrollo de la evaluación social toma los rubros por concepto de beneficios y costos determinados para la evaluación económica, con la diferencia que utiliza el enfoque distributivo para ponderar los beneficios generados por el proyecto con miras a establecer el efecto redistributivo del mismo en el nivel de ingreso de la población afectada directamente por el mismo.

Enfoque distributivo

Para ejecutar la evaluación social a través del enfoque distributivo se usó información concerniente a los ingresos monetarios per cápita a nivel país con el propósito de identificar la distribución de los mismo, mediante la clasificación del ingreso mensual por deciles como se muestra en la tabla 51. Adicionalmente, se establece que el ingreso per cápita de los individuos que habitan en el cantón Cuenca, directamente beneficiados por el proyecto, es en promedio de \$497,55 mensual, ubicándose en el tercer decil dentro del ingreso nacional per cápita.

Tabla 51: Deciles de ingreso mensual a nivel país

Decil	Ingreso nacional per cápita mensual (Yi)
1	324
2	460
3	573
4	690
5	816
6	985
7	1.195,00
8	1.531,00
9	2.071,00
10	3.916,00

Fuente: (INEC, 2012), Elaboración: Autores

Es importante señalar que para el caso ecuatoriano el parámetro de sensibilización alfa no ha sido determinado, por lo cual se procedió a trabajar con una escala de variación de 10% del parámetro a fin de identificar el ponderador distributivo de la sociedad. Para obtener los ponderadores distributivos se hizo uso de la ecuación 10, a través de la cual se determinó los resultados descritos en la tabla 52.



Tabla 52: Ponderador distributivo del proyecto

Decil	Y/Yi	α									
		0,2	0,3	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	1,256	1,047	1,071	1,096	1,108	1,121	1,147	1,173	1,200	1,228	1,256
2	0,885	0,976	0,964	0,952	0,946	0,941	0,929	0,918	0,907	0,896	0,885
3	0,710	0,934	0,902	0,872	0,857	0,843	0,814	0,787	0,761	0,735	0,710
4	0,590	0,900	0,854	0,810	0,789	0,768	0,729	0,691	0,656	0,622	0,590
5	0,499	0,870	0,812	0,757	0,731	0,706	0,659	0,615	0,573	0,535	0,499
6	0,413	0,838	0,767	0,702	0,672	0,643	0,588	0,539	0,493	0,451	0,413
7	0,341	0,806	0,724	0,650	0,616	0,584	0,524	0,470	0,422	0,379	0,341
8	0,266	0,767	0,672	0,589	0,551	0,516	0,452	0,396	0,346	0,303	0,266
9	0,197	0,722	0,614	0,522	0,481	0,443	0,377	0,320	0,272	0,231	0,197
10	0,104	0,636	0,507	0,404	0,361	0,322	0,257	0,205	0,163	0,130	0,104

Elaboración: Autores

Para identificar el ponderador distributivo del proyecto dentro de la tabla 52, se tomó como valor referencial del parámetro de sensibilización al coeficiente de Gini, ya que representa estadísticamente la distribución del ingreso de un grupo de individuos y el nivel de ingresos per cápita del cantón. Según la CEPAL (2017), el coeficiente de Gini de Ecuador es de 0,44 y de acuerdo a la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENINGHUR) realizada en el 2011 por el INEC, el nivel de ingresos per cápita³⁸ del cantón Cuenca se ubica dentro del tercer decil (\$497,55).

Con la información expuesta se determina el ponderador distributivo para la evaluación del proyecto, cuyo valor es de 0,857. Por último, los beneficios económicos fueron multiplicados por este ponderador, mediante el uso de la ecuación 9. La tabla 53 se presentan los resultados de los flujos sociales.

Los resultados obtenidos en la evolución social, al igual que los de la económica, son muy favorables, sin embargo, los indicadores sociales son menores a los económicos, esto se da debido a que el ponderador distributivo del proyecto es menor que uno. De acuerdo con esto, el VANS alcanzó un valor de \$ 11.952.909 mientras que la TIRS fue del 134%, misma que es superior a la

³⁸ El ingreso promedio se determina a través del ingreso que presenta el sector urbano del Azuay, debido a que la información presentada por el INEC no permite tener tal nivel de desagregación con un significativo nivel de confianza.



tasa social de descuento que es del 12% (rendimiento promedio requerido por la sociedad), por otro lado, la relación Beneficio/Costo muestra que por cada dólar invertido en el proyecto la sociedad tendrá un beneficio de \$ 8,46, confirmando el efecto positivo en la sociedad. Por último, se espera que la sociedad recupere la inversión realizada en el periodo de 1 año, teniendo y no en cuenta el costo del dinero en tiempo.



Tabla 53: Flujos sociales

Rubros/Años	SITUACIÓN SIN PROYECTO-25 ton/día										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Social											
Beneficios	2.338.778	2.482.540	2.886.133								
Recuperación de Residuos	136.745	145.150	145.150	145.150	145.150	145.150	145.150	145.150	145.150	145.150	145.150
Tratamiento RSO	44.460	47.193	47.193	47.193	47.193	47.193	47.193	47.193	47.193	47.193	47.193
Tratamiento L	79.411	84.292	84.292	84.292	84.292	84.292	84.292	84.292	84.292	84.292	84.292
Ahorro Divisas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GEI Evitados	2.078.162	2.205.904	2.205.904	2.205.904	2.205.904	2.205.904	2.205.904	2.205.904	2.205.904	2.205.904	2.205.904
Vida Útil											293.944
Valor Residual											109.649
Costos O&M	299.401	303.873									
MOD	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136
CIF	155.307	159.780	159.780	159.780	159.780	159.780	159.780	159.780	159.780	159.780	159.780
GA	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958
Flujo de Cajal-25 ton/día (1)	0	2.039.377	2.178.667	2.582.260							

Rubros/Años	SITUACIÓN CON PROYECTO-50 ton/día										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Social											
Beneficios	0	4.480.225	4.782.268	5.065.216	5.068.191	5.071.257	5.074.415	5.077.669	5.081.022	5.084.476	6.324.780
Recuperación de Residuos		256.544	274.040	290.414	290.414	290.414	290.414	290.414	290.414	290.414	290.414
Tratamiento RSO		83.410	89.099	94.423	94.423	94.423	94.423	94.423	94.423	94.423	94.423
Tratamiento L		148.981	159.141	168.650	168.650	168.650	168.650	168.650	168.650	168.650	168.650
Ahorro Divisas		92.504	95.307	98.194	101.170	104.235	107.394	110.648	114.000	117.454	118.652
GEI Evitados		3.898.787	4.164.681	4.413.534	4.413.534	4.413.534	4.413.534	4.413.534	4.413.534	4.413.534	4.413.534
Vida Útil											633.977
Valor Residual											605.129
Costos	1.603.300	414.550	425.734	435.572							

(Continúa)



Inversión O&M	1.603.300										
		414.550	425.734	435.572							
MOD		137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136
CIF		270.456	281.641	291.478	291.478	291.478	291.478	291.478	291.478	291.478	291.478
GA		6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958
Flujo de Caja (2)	- 1.603.300	4.065.676	4.356.534	4.629.644	4.632.619	4.635.685	4.638.843	4.642.097	4.645.450	4.648.904	5.889.208

INCREMENTAL

Rubros/Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de Caja Social Incremental (2)-(1)	-1.603.300	2.026.299	2.177.867	2.450.977	2.453.952	2.457.018	2.460.176	2.463.430	2.466.783	2.470.237	3.306.948

INDICADORES SOCIALES

Tasa social de Descuento	12%	VANS	\$11.952.909	Relación Beneficio/Costo	\$8,46	Periodo de Recuperación Contable	1 año
		TIRS	134%			Periodo de Recuperación Descontado	1 año

Fuente: EMAC EP , Elaboración: Autores

**Análisis de incertidumbre y riesgo*****Análisis de sensibilidad del proyecto en condiciones de incertidumbre***

El análisis de sensibilidad nos permite saber que tan cambiantes son los resultados del proyecto (VAN y TIR) ante variaciones en las variables utilizadas en la evaluación. Para cuantificar la sensibilidad de los indicadores financieros se procede a realizar un análisis unidimensional y bidimensional para cada una de las evaluaciones, donde las variables consideradas para el análisis son: precio de venta del producto, costos de operación-mantenimiento e inversión; por otro lado, para el análisis de puntos críticos se considera el precio de venta del producto y tasa de interés de la deuda.

Análisis de sensibilidad unidimensional

La tabla 54 muestra los resultados de las variaciones obtenidas en este análisis, para cada una de las evaluaciones respecto a sus indicadores financieros³⁹.

Tabla 54: Variación relativa del análisis de sensibilidad unidimensional

Entradas		Salidas					
Variación	Unid. Medida	VAN (Cambio %)			TIR (Cambio %)		
Inversión	Millones USD	Financiero	Económico	Social	Financiero	Económico	Social
-5%	1,57	1067%	0,35%	0,42%	28%	3%	3%
-2,50%	1,61	533%	0,18%	0,21%	13%	2%	1%
Base	1,65	-	-	-	-	-	-
2,50%	1,69	-533%	-0,18%	-0,21%	-13%	-2%	-2%
5%	1,74	-1067%	-0,35%	-0,42%	-25%	-3%	-3%
Precio	Unidades USD						
-5%	3,80	-742%	-0,32%	-0,33%	-18%	-0,3%	0,0%
-2,50%	3,90	-371%	-0,16%	-0,17%	-9%	-0,3%	0,0%
Base	4,00	-	-	-	-	-	-
2,50%	4,10	371%	0,16%	0,17%	9%	0,4%	0,0%
5%	4,20	742%	0,32%	0,33%	18%	0,4%	0,0%
Costos de O&M	Millones USD						
-5%	1,88	695%	0,25%	0,30%	17%	0,4%	0,0%
-2,50%	1,93	348%	0,13%	0,15%	9%	0,4%	0,0%
Base	0,50	-	-	-	-	-	-
2,50%	2,03	-348%	-0,13%	-0,15%	-8%	-0,3%	0,0%
5%	2,08	-695%	-0,25%	-0,30%	-17%	-0,3%	0,0%

Elaboración: Autores

Cuando se evalúa el VAN se observa que una variación del 2,5% en la inversión modifica el indicador financiero en -533%, el económico en -0,18% y -0,21% en el social. Una alteración del 5% cambia el indicador financiero, económico y social en -1.067%, -0.35% y -0,42%

³⁹ Los resultados absolutos se exponen en el anexo 5.1



respectivamente. En la TIR, un incremento del 2,5% modifica el resultado en -13% para el financiero, -2% para el económico y social, en cambio con un 5% de variación, los valores se alteran en -25% financieramente y -3% en la económica y social.

Si se da una variación positiva del 2,5% en el precio, provocará que el VAN se incremente en 371% financieramente, 0,16% económicamente y 0,17% socialmente, mientras que la TIR aumenta un 9% financieramente, 0,4% económicamente y socialmente no sufre variación. Por otro lado, si se da una variación negativa del -2,5% en el precio, los resultados del VAN cambiarán en -371% financieramente, -0,16% económicamente y -0,17% socialmente y los valores de la TIR variarán en -18% financieramente y -0,3% en lo económico, socialmente no registrara ningún cambio.

Por último, una variación del 2,5% en los costos de operación y mantenimiento del proyecto modifica los resultados del VAN financiero en -348% y el económico un -0,13% y el social en -0,15%; en cambio la TIR financiera caerá en -8%, la económica en -0,3% y la social permanecerá constante. Si esta variación aumenta a 5% el VAN cae en -695% financieramente, -0,25% económicamente y -0,30% socialmente; por su lado, la TIR variará en -17% financieramente y -0,3% económicamente, sin modificaciones en la social.

Este análisis de sensibilidad unidimensional evidencia la gran sensibilidad que tiene el VAN financiero del proyecto a pequeñas modificaciones en las variables estudiadas por encima del económico y social, destacándose la inversión como la variable más sensible en el proyecto, seguido del precio de venta y los costos de operación. Adicionalmente, revela cómo puede cambiar la viabilidad financiera del proyecto con pequeñas alteraciones relativas en las variables consideradas.

Análisis de sensibilidad bidimensional

Los resultados de las variaciones en este análisis son las que se observan en la tabla 55⁴⁰. En este apartado, se hace variar dos variables a la vez y se evalúa el impacto en los indicadores financieros de las distintas evaluaciones.

⁴⁰ Los resultados absolutos se muestran en el anexo 5.2



Tabla 55: Variaciones relativas del análisis de sensibilidad bidimensional

Entradas Variación	VAN (Cambio %)			Salidas TIR (Cambio %)		
	Financiero	Económico	Social	Financiero	Económico	Social
Inversión-Precio						
-5%	325,05%	0,03%	0,09%	8%	3%	3%
-2,50%	162,53%	0,02%	0,05%	4%	1%	1%
Base	-	-	-	-	-	-
2,50%	-162,53%	-0,02%	-0,05%	-4%	-1%	-1%
5%	-325,05%	-0,03%	-0,09%	-8%	-3%	-3%
Inversión-Costos de O&M						
-5%	1761,82%	0,61%	0,73%	46%	3,3%	3,7%
-2,50%	880,91%	0,30%	0,36%	22%	1,6%	1,5%
Base	-	-	-	-	-	-
2,50%	-880,91%	-0,30%	-0,36%	-21%	-1,6%	-1,5%
5%	-1761,82%	-0,61%	-0,73%	-40%	-2,8%	-2,9%
Precio-Costos de O&M						
-5%	-46,66%	-0,07%	-0,03%	-1%	-0,1%	0,0%
-2,50%	-23,33%	-0,03%	-0,01%	-1%	0,0%	-0,2%
Base	-	-	-	-	-	-
2,50%	23,33%	0,03%	0,01%	1%	0,0%	0,1%
5%	46,66%	0,07%	0,03%	1%	0,1%	0,3%

Elaboración: Autores

Al analizar conjuntamente la inversión del proyecto y el precio de venta del abono, se puede ver que si ambas variables cambian en un 2,5% los resultados del VAN se alteraran en -162,53% financieramente, -0,02% económicamente y -0,05% socialmente, mientras que la TIR variará en -4% financieramente y -1% económica y socialmente. Ahora, si esta variación aumenta al 5% los resultados del VAN cambiarán en -325%, -0,03% y -0,09% financiera, económica y socialmente y la TIR caerá en -8% financieramente, -3% económicamente y socialmente.

Si se analiza simultáneamente la inversión con los costos de operación y mantenimiento con una variación de 2,5%, los resultados del VAN financiero, económico y social cambiarán en -880,91%, -0,30% y -0,36% respectivamente, mientras que la TIR caerá en -21% en el caso financiero, -1,6% en lo económico y -1,5% en lo social. Así mismo, una variación del 5% modificará el VAN en -1.671% financieramente, -0,61% económicamente y -0,73% socialmente, por su lado los resultados de la TIR financiera, económica y social se alterarán en -40%, -2,8% y -2,9% respectivamente.

Por último, si se da una variación de 2,5% en el precio y los costos de operación y mantenimiento conjuntamente, los resultados del VAN financiero cambiarán en 23%, el económico en 0,03% y el social en 0,01%; los resultados de la TIR financiera por su lado,



aumentarán en 1% con un nulo efecto en el económico y social. Si la variación es de 5% los resultados obtenidos en el VAN financiero, económico y social se modificarán en 47%, 0,07% y 0,03% respectivamente; así mismo, la TIR financiera se alterará en 1%, la económica en 0,1% y la social en 0,3%.

Del análisis de sensibilidad bidimensional se extrae como conclusión que las variables a las cuales es más sensibles el proyecto, con respecto a los indicadores de rendimiento, son el cambio simultaneo de costos de operación y mantenimiento-inversión seguido de la inversión-precio. Adicionalmente, el VAN y la TIR de la evaluación financiera son los que sufre el mayor impacto, generalmente cuando está asociado a cambios en los costos de operación y mantenimiento-inversión.

Análisis de puntos críticos

Las variables escogidas para este análisis han sido el precio de venta del producto y la tasa de interés de la deuda, debido a que constituyen parámetros que podrán ser modificadas, con mayor facilidad, en el periodo de transición a la planta de 50 ton/día según el criterio de la empresa o la retribución exigida por el prestamista. El indicador financiero a utilizarse es VAN, debido a que constituye el criterio más robusto para tomar una decisión.

El análisis arroja, que el precio del producto debe ser mayor a \$ 3,97 para generar un VAN positivo y la tasa de interés de la deuda no deber ser mayor al 7,63% anual; de lo contrario, el proyecto tendría un rendimiento negativo y dejaría de ser viable financieramente.

Análisis del proyecto en condiciones de riesgo

Análisis probabilístico-Simulación de Monte Carlo

Establecer cuantitativamente el riesgo asociado al proyecto implica generar incertidumbre en las variables incluidas en la evaluación, mediante la asignación de distribuciones de probabilidad. La herramienta analítica para ejecutar la Simulación de Monte-Carlo constituye el programa Risk Simulator a través del cual se generan escenarios probables. La simulación por computadora imita la operación de este sistema mediante el uso de distribuciones de probabilidad para generar en forma aleatoria los diversos eventos que ocurren en el sistema. Sin embargo, en lugar de operar un sistema físico, la computadora solo registra las ocurrencias de los eventos simulados y el comportamiento resultante de este sistema (Azofeifa, 2004).



A continuación, en la tabla 56 se exponen las distribuciones de probabilidad y las variables escogidas para realizar la Simulación de Monte Carlo en la evaluación financiera del proyecto, debido a su importancia en los estados financieros de la EMAC EP. El número de simulaciones efectuadas son 32.000 para el VAN y la TIR debido a la necesidad de generar simulaciones que garanticen el nivel de precisión establecido.

Tabla 56: Parámetros utilizados en la Simulación Monte Carlo

Variables		Precisión	Escenarios			Distribución	Tipo
Dependiente	Independiente		Optimista	Más Probable	Pesimista		
VAN - TIR	Inversión	95% Confianza	\$1.570.896	\$1.653.574	\$1.736.253	PERT	Continua
	Precio de Venta		\$ 4,25	\$ 4	\$ 3,75	PERT	Continua
	Tasa de Interés		-	7,49%	-	Logarítmica Normal*	Continua

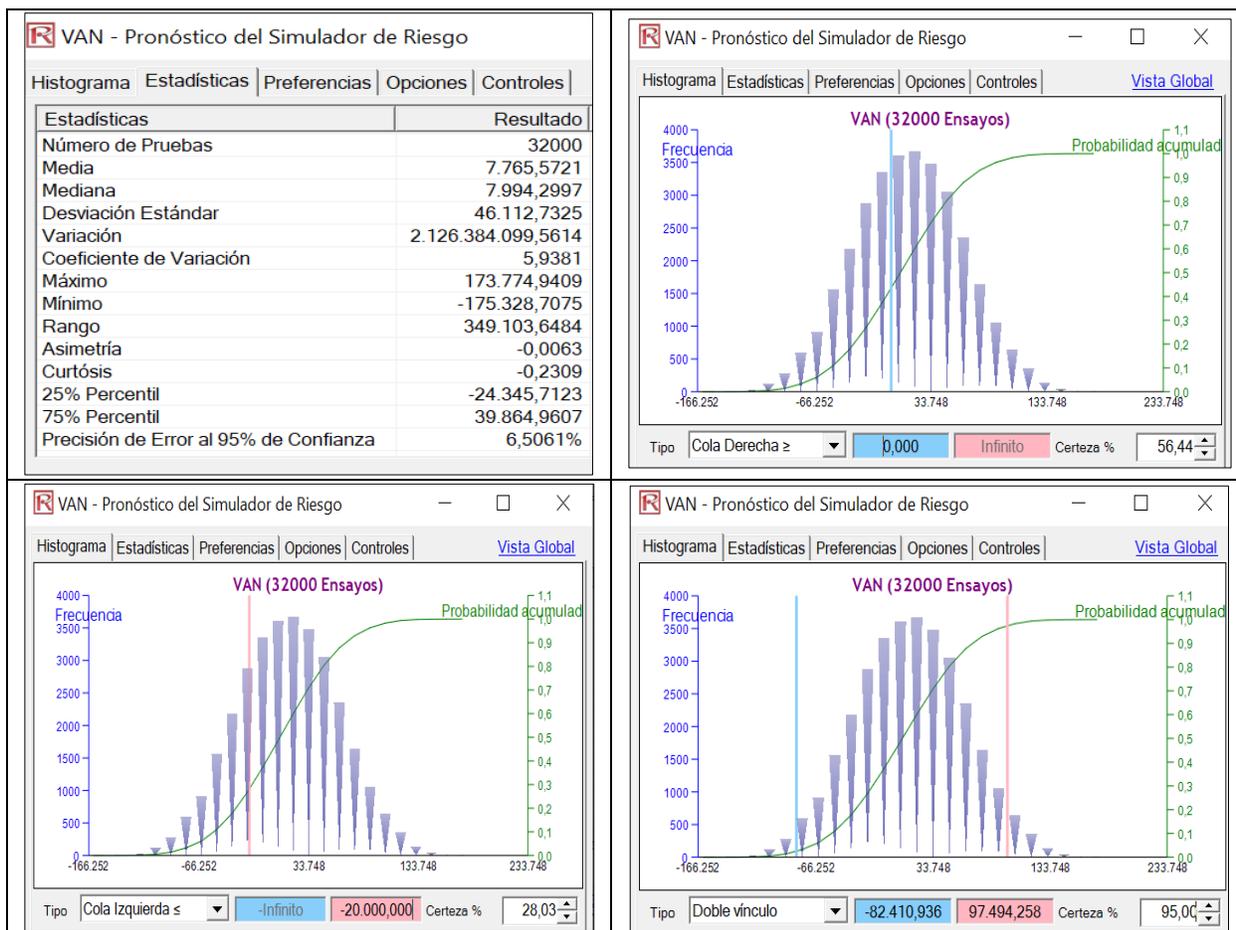
* La desviación estándar establecida es de 0,003745 (5% de variación)

Elaboración: Autores

Los resultados de la simulación se exponen en ilustración 2, en la cual se muestra que en promedio el proyecto tendrá una ganancia de \$ 7.765 dólares durante el periodo de evaluación (10 años), sin embargo, la amplitud de valores actuales generados mediante el proceso de simulación, expresada a través de la desviación estándar y varianza (variación), muestran un proyecto medianamente riesgoso. Los valores que podría tomar el VAN del proyecto están en un rango de 349.103 unidades con una cantidad mínima de \$ -175.328 y un máximo de \$ 173.774. Por otro lado, la ligera asimetría negativa o desviada hacia la izquierda obtenida, expresa que existe mayor probabilidad que el proyecto genere un mayor número de veces valores actuales positivos en lugar de negativos; de igual manera, la curtosis negativa presentada manifiesta la existencia de bajas probabilidades que el proyecto genere grandes pérdidas o ganancias, pues los diferentes valores del indicador obtenidos mediante la simulación tienden a concentrarse en la parte central de la distribución.



Ilustración 2: Pronóstico de la simulación de riesgo del VAN

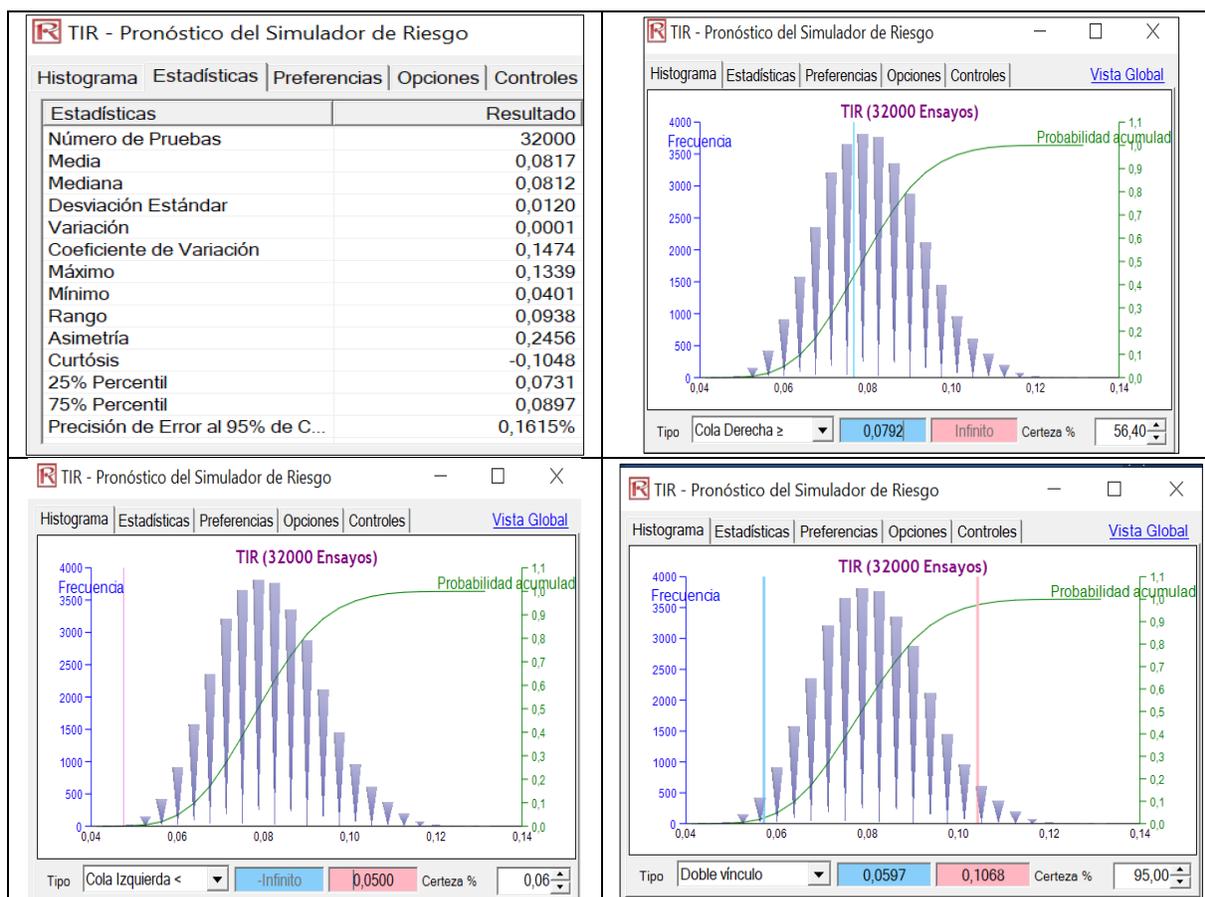


Fuente: Risk Simulator Elaboración: Autores

En ese mismo sentido, la estimación por intervalos muestra que la probabilidad que el proyecto tenga un VAN ≥ 0 (Cola derecha) es del 56%, sin embargo, a pesar de existir bajas probabilidades de obtener un indicador financiero positivo, las de tener grandes pérdidas son poco significativas, por ejemplo, la probabilidad de tener pérdidas mayores a \$ 20.000 (Cola izquierda) durante el periodo de evaluación es tan solo del 28%. En ese sentido, se estima que con un 95% (A dos colas o doble vinculo) de confianza el VAN podría tomar valores entre \$ -82.411 y \$ 97.494.



Ilustración 3: Pronóstico de simulación de riesgo de la TIR



Fuente: Risk Simulator Elaboración: Autores

Por otro lado, la simulación efectuada a la TIR, expuesta en la ilustración 3, indica que en promedio el proyecto tendrá una tasa interna de retorno del 8,17%, mayor a la tasa de descuento utilizada en la evaluación financiera del proyecto, un coeficiente de variación de 15% que evidencia baja dispersión del indicador financiero. El rango sobre el cual se mueve la tasa interna es de 9 puntos porcentuales con valor máximo de 13% y un y mínimo de 4%. La asimetría positiva de 0,25 revela la mayor probabilidad que la tasa interna de retorno tome valores inferiores a la media concentradas en torno a la misma que se deducen de una curtosis positiva.

De igual manera, a través de un análisis de estimación por intervalos se establece que la probabilidad que la TIR sea mayor o igual al 7,91% (Cola a la derecha) es del 56% con bajas probabilidades de obtener una tasa interna menor o igual al 5% (Cola a la izquierda) específicamente 0,06%, por otro lado, en un 95% de los casos analizados la tasa interna cae entre un 5,97% y 10,68% (Doble vínculo).



Conclusiones

El estudio de mercado establece que existe una gran competencia de fertilizantes orgánicos y una demanda insatisfecha de compost en el segmento de agricultores analizado, sin embargo, compost BioEMAC está en capacidad de competir en precio y cantidad, pero no podrá influir en ellos debido al fuerte poder de mercado establecido por Ecoabonaza. La variable a considerar si desea tener una mayor participación, es el precio de venta del producto debido al bajo poder adquisitivo existente en los agricultores pertenecientes a la pequeña agricultura campesina.

El estudio técnico establece como mejor ubicación para la ampliación de la planta de compostaje el terreno ubicado en la zona norte del Relleno Sanitario de Pichacay debido a su extensión, costo e interés de fuerzas sociales, estableciendo como alternativa de producción idónea aquella que usa la actual capacidad instalada de 25 ton/día y plantea la construcción de infraestructura complementaria para las etapas de maduración y descomposición únicamente, elección basada en el menor costo de producción de compost de la alternativa.

El análisis de sensibilidad establece que las variables a las cuales es más susceptible el proyecto son el monto de inversión y los costos de operación y mantenimiento, si bien las variaciones afectan a todas las evaluaciones, el mayor impacto se genera en los indicadores del estudio financiero, los cuales alteran la decisión de poner en marcha o abandonar el proyecto ante pequeñas alteraciones en las variables citadas. Por otro lado, la simulación Monte Carlo muestra un proyecto medianamente riesgoso, con baja probabilidad de obtener VANs negativos y TIRs menores al 5%, al contrario, constata la alta verosimilitud de obtener un valor actual mayor o igual a cero y una tasa de rendimiento mayor o igual a la exigida por el proyecto.

Los resultados de la evaluación financiera, económica y social confirman la viabilidad del proyecto, la financiera sustenta su factibilidad en los ahorros brutos que genera a la empresa la ampliación de la capacidad de procesamiento de la planta, la económica y social en el ahorro ambiental que genera al país la menor emisión de gas de efecto invernadero, sin embargo, la social señala que el proyecto no poseen un efecto distributivo en la población del cantón, que se evidencia en el menor VAN obtenido al de la económica.



Recomendaciones

Se recomienda llevar a cabo la inversión en el proyecto para la Creación de la Nueva Planta de Compostaje, sin embargo, se debe mejorar la cuantificación de los costos de producción (transporte y gastos administrativos) asociados a la planta de compostaje.

El alto monto de inversión y fuerte apalancamiento del proyecto a través de deuda, sugiere buscar fuentes de financiamiento con un bajo costo y a mayor plazo, debido a su poder decisorio en la ejecución del proyecto, o establecer convenios con organizaciones privadas o gubernamentales que permitan disminuir los fuertes desembolsos monetarios para cubrir la amortización de la deuda

Respecto al producto ofrecido, en base a los resultados del estudio de mercado, se sugiere fortalecer la publicidad del compost BioEMAC, que permitirá dar a conocer el producto y lograr una mayor aceptación del mismo.



Bibliografía

- Aguilera, R. (2011). *Evaluación social de proyectos orientaciones para su aplicación*. Montivideo.
- Aprilia, A., Tezuka, T., & Spaargaren, G. (2012). Household Solid Waste Management in Jakarte, Indonesia: A Socio-Economic Evaluation. En L. Marmolejo, *Waste Management An Integrated Vision* (págs. 71-100). Intech. doi:10.5772 / 51464
- Azofeifa, C. E. (2004). Aplicación de la Simulación de Monte Carlo en el calculo del riesgo usando Excel. *Tecnologia en Marcha, XVII*(1), 97-109.
- Baca, G. (2013). *Evaluacion de Proyectos*. Mexico: Maria Tereza Zapata Terrazas.
- Banco de Desarrollo del Ecuador . (2018). *Relaciones Precio Cuenta*.
- Besley, S., & Brighm, E. (2009). *Fundamentos de Administración Financiera* . México: CENCAGE Learning.
- BVQ. (2018). *Bolsa de Valores de Quito*. Obtenido de <http://www.bolsadequito.info/inicio/conozca-el-mercado/el-mercado-de-valores/>
- Cadem. (2016). Encuesta de Satisfacción de Usuarios y Medición del Nivel de Calidad de Servicios de Telecomunicaciones. Chile. Recuperado el 7 de Septiembre de 2018, de https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2017/03/estudios_satisfaccion_usuarios/2016/Primera_Medicion/Informe_I_2016.pdf
- Calvo del Rio, E. (Mayo de 2017). *Análisis econométrico de series temporales en Gretl: La Ley de Okun*. Obtenido de <https://arxiv.org/pdf/1705.01795.pdf>
- Campos, J., Serebrisky, T., & Suárez, A. (Febrero de 2016). *Tasa de descuento social y evaluación de proyectos: algunas reflexiones prácticas para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15533/tasa-de-descuento-social-y-evaluacion-de-proyectos-algunas-reflexiones-practicas>
- CEPAL. (2017). *Coeficiente Gini*. Obtenido de <https://www.cepal.org/es>
- Cervini, H. (2002). El costo de oportunidad de la divisa y la evaluación social de proyectos. *Analisis Economico, XVII*(35), 93-127.
- Chen, Y.-T. (2016). A cost analysis of food waste composting in Taiwan. *Sustainability*, 1-13.
- Conto, O., & Tipan, D. (2018). Evaluación del comportamiento hidráulico de los lixiviados de la fase I del relleno sanitario de Cuenca. (*Trabajo de pregrado*). Universidad del Azuay, Cuenca. doi: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7601>.
- Contreras, E. (Diciembre de 2004). Evaluación social de inversiones públicas: enfoques alternativos y su aplicabilidad para Latinoamérica. Santiago de Chile, Chile.



- Cordero, G., & Robles, R. (2 de Febrero de 2015). Estudio de factibilidad para la implementación de una microempresa procesadora de abonos orgánicos en el cantón Santa Isabel. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Damodaran, A. (Enero de 2019). *Betas del sector (Estados Unidos)*. Obtenido de http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- Dumrauf, G. (2013). Modelos de valuación de activos de capital. En G. Dumrauf, *Finanzas Corporativas, Un enfoque latinoamericano* (págs. 249-268). Buenos Aires: Alfaomega Grupo Editor Argentino.
- EMAC EP. (15 de Junio de 2017). Obtenido de <http://www.emac.gob.ec/?q=content/emac-ep-presenta-punto-limpio-e-igl%C3%BA-de-reciclaje>
- EMAC EP. (25 de Junio de 2018). Obtenido de <http://www.emac.gob.ec/?q=content/compostaje>
- EMAC EP. (2018). *Cálculo del servicio anual de la deuda*. Cuenca.
- Espinoza, J., & Maldonado, F. (Octubre de 2017). *Estudio del Potencial de Cogeneración y Trigeneración en Ecuador*.
- European Union. (2014). *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Fontaine, E. (2008). *Evaluación Social de Proyectos*. México: Pearson Educación.
- FTA. (2019). *Federation of Tax Administrators (State Comparisons)*. Obtenido de <https://www.taxadmin.org/>
- García, J., Ferrer, C., Donato, J., & Albarrán, F. (2008). Tratamiento de lixiviados de vertedero de RSU mediante proceso combinado de ultrafiltración y ósmosis inversa. *Retema*, 20-29. doi:<http://www.sitra.es/sites/default/files/lixivados.pdf>
- Gómez, M. (2011). *Evaluación Social de Proyectos de Inversión*. Buenos Aires.
- Gregory, J. S. (2007). *Climate Change The Physical Science Basis*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4_wg1_full_report-1.pdf?fbclid=IwAR2SVRtq2zOtoebe5rz-pdpDfN9jkgiferRpgmHO5IaBgb9RXzYiJnKLXZk
- Gupta, A. (2001). *Risk Management and Financial Engineering. Cleveland, United states of America: Case Western Reserve University*. Obtenido de <https://faculty.weatherhead.case.edu/gupta/Lect6.pdf>
- Herrera, B. (16 de Marzo de 2014). Acerca de la tasa de descuento en proyectos. *Quipukamayoc*, XV(29), 101-108. Obtenido de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quipu/article/view/5284/4358>



- INEC. (2012). *Enighur*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-nacional-de-ingresos-y-gastos-de-los-hogares-urbanos-y-rurales/>
- INEC. (2017). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2017*.
- INEC. (Febrero de 2019). *Índice de Precios a la Construcción*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/indice-de-precios-de-la-construccion-ipco-2/>
- INEC. (s.f.). *Proyección de la población ecuatoriana, por años calendario, según cantones 2010-2012*.
- Innovum-Fundacion Chile. (Mayo de 2016). Informe 2: Bitacora de aplicación pretest y piloto potencial de innovación de empresas. Chile. Recuperado el 7 de Septiembre de 2018, de <http://ctie.economia.cl/wp-content/uploads/2017/07/Potencial-de-Innovaci%C3%B3n-en-empresas-2016.pdf>
- Investing. (Abril de 2019). *Rentabilidad de los bonos de Estados Unidos a 10 años*. Obtenido de <https://es.investing.com/rates-bonds/u.s.-10-year-bond-yield-historical-data>
- Jenkins, G., Kuo, C.-Y., & Harberger, A. (2011). The Shadow Price of Government Funds. En G. Jenkins, C.-Y. Kuo, & A. Harberger, *Cost-Benefit Analysis For Investment Decisions*.
- Jiménez, A., & Plúa, L. (2006). Programa de Manejo Integral de Desechos Domesticos PROMIDD. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Lim, S. L., Lee, L. H., & Wu, T. Y. (16 de Enero de 2016). Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis. *Journal of Cleaner Production*, 111, 262-278. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615011749>
- MAGAP. (2016). *La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025 II Parte*. Quito.
- MAGAP. (2016). *La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial sostenible: 2015-2025 I Parte*. Quito.
- Maldonado, F. (2006). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Cuenca: Uediciones.
- Marom, S. (8 de Julio de 2010). *Project Risk Management and the application of Monte Carlo Simulation*. Obtenido de Quantmlenap: [https://www.google.com/search?q=Marom%2C+S.\(2010\).+Project+Risk+Management+y+la+aplicaci%C3%B3n+de+Monte+Carlo.+Quantmleap.&oq=Marom%2C+S.\(2010\).+Project+Risk+Management+y+la+aplicaci%C3%B3n+de+Monte+Carlo.+Quantmleap.&aqs=chrome..69i57.18621j0j4&source](https://www.google.com/search?q=Marom%2C+S.(2010).+Project+Risk+Management+y+la+aplicaci%C3%B3n+de+Monte+Carlo.+Quantmleap.&oq=Marom%2C+S.(2010).+Project+Risk+Management+y+la+aplicaci%C3%B3n+de+Monte+Carlo.+Quantmleap.&aqs=chrome..69i57.18621j0j4&source)
- Martin, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas Profesion*, 5(17), 23-29. Recuperado el 7 de Septiembre de 2018, de http://www.enferpro.com/documentos/validacion_cuestionarios.pdf



- Ministerio de Desarrollo Social . (2013). *Santiago Recicla*. Obtenido de <http://www.santiagorecicla.cl/wp-content/uploads/2015/03/Metodologia-Valorizacion-Residuos-Final-2013.pdf>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (6 de Abril de 2016). Normativa de Contabilidad Gubernamental. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua/Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico/Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos. (2012). *Guía para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos, Mediante Compostaje y Lomicultura*. Bolivia.
- Ntesa, C., & Hauptfleisch, M. (2014). Impact Assessment for Social and Economic Development, 34th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment. *Turning organic waste into a socio-economic resource: A case study of the city of Windhoek, Namibia*, (págs. 1-6). Viña del Mar. Obtenido de <http://www.the-eis.com/searchresults.php?action=searchfreetext>
- Observatorio. (2012). *Criterios de orientación para la realización de Encuestas de satisfacción del Ayuntamiento de Madrid*. Obtenido de https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Calidad/Observatorio_Ciudad/06_S_P ercepcion/MetodologiaEncuestas/ficheros/CriteriosRealizaciEncuestas.pdf
- Pablos, M., Martini, F., Fernández, C., Babín, M., Herraéz, I., Miranda, J., . . . Tarazona, J. (2011). Correlation between physicochemical and ecotoxicological approaches to estimate landfill leachates toxicity. *Waste Management*, 31, 1841-1847. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X1100167X>
- Pandyaswargo, A. H., & Premakumara, D. G. (2014). Financial sustainability of modern composting: the economically optimal scale for municipal waste composting plant in developing Asia. *Springer*, 1-14.
- Paredes, A., & Gutierrez, P. (2010). *La variación de los costos en los insumos de la construcción y el reajuste de los precios como mecanismo compensatorio*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/2706/T-PUCE-3434.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR1QO-vfn-XBOhYWHN0001dzRNNXxcU4unbgEjUUhYQ98g7F4CE5Q5-FnHk>
- Patricia, P., Juan, M., Jerónimo, V., Hilda, G., Heriberto, G., & Alma, V. (Junio de 1998). *CEPAL*. Obtenido de CEPAL: <https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/52961/Doc-59.pdf>
- Peralta, J., & Varea, L. (19 de Enero de 2018). Digestión Aerobia Diseño de Procesos en Ingeniería Ambiental. Obtenido de http://www3.uclm.es/profesorado/giq/contenido/dis_procesos/tema6.pdf



- Públicas, L. O. (19 de Agosto de 2018). *Reglamento para la aplicación del Régimen Tributario Interno*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2017/05/LEY-ORGANICA-DE-EMPRESAS-PUBLICAS.pdf>
http://www.espol.edu.ec/sites/default/files/archivos_transparencia/Reglamento%20para%20la%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20Ley%20de%20R%C3%A9gimen%20Tribu
- Raco, B., Dotsika, E., Battaglini, R., Bulleri, E., Doveri, M., & Papakostantinou. (2013). A quick and Reliable Method to Detect and Quantify Contamination from MSW Landfills: a Case Study. *Water Air Soil Pollut*, 1-18. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/257673700_A_Quick_and_Reliable_Method_to_Detect_and_Quantify_Contamination_from_MSW_Landfills_a_Case_Study
- Reyes, M. (2015). Lixiviados en plantas de residuos. Una contribución para la selección del proceso de tratamiento. (*Tesis doctoral*). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. doi:<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56763/REYES%20-%20Lixiviados%20en%20plantas%20de%20residuos.%20Una%20contribuci%C3%B3n%20para%20la%20selecci%C3%B3n%20del%20proceso%20de%20trat....pdf?sequence=1>
- Rodríguez, S., & Córdova, A. (2006). *Manual de compostaje municipal Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. Mexico. Obtenido de <http://www.resol.com.br/cartilha5/Manual%20de%20Compostaje-SERMANAT-Mexico.pdf>
- Roldan, D. (Julio de 2017). Muestreo aleatorio estratificado. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Romero, E. (2017). *Análisis de volatilidad de los precios de las acciones Holcim S.A. utilizando el GARH y ARIMA*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25993/1/T4055ig.pdf>
- Sapag Chain, N., & Sapag Chain, R. (2008). *Preparacion y Evaluacion de Proyectos*. Mexico.
- Sapag, N. (2011). *Proyectos de inversión, Formulación y evaluación* (Segunda ed.). Chile: Pearson Educación.
- Scheaffer, R., Mendenhall, W., & Lyman, R. (2007). *Elementos de muestreo*. Madrid: Thomson Editores Spain.
- Sztern, D., & Pravia, M. (1996). Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compost.pdf>
- Torres, P., Barba, L., Ojeda, C., Martínez, J., & Castaño, Y. (2014). Influencia de la edad de lixiviviados sobre su composición físico-química y su potencial de toxicidad. *Rev.U.D.C.A Act. & Dlv. Cient.*, 1(17), 245-255. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n1/v17n1a27.pdf>



- Umaña, G., Gil, J., Salazar, C., Cáseres, M., & Bessalel, M. (2003). Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/0B75C6D498BD00DA05257D6C00530D21/\\$FILE/Gu%C3%ADaGesti%C3%B3nManejoResiduosS%C3%B3lidos.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/0B75C6D498BD00DA05257D6C00530D21/$FILE/Gu%C3%ADaGesti%C3%B3nManejoResiduosS%C3%B3lidos.pdf)
- Uribe, J., Vanegas, A., & Cardona, F. (2004). Plan de negocios para la creación de una planta de procesamiento de residuos sólidos urbanos para la producción de compost: viabilidad para tres ubicaciones en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. (*Tesis de pregrado*). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Vadillo, I. (2003). Contaminación de acuíferos carbonatados por vertederos de residuos sólidos urbanos. Caso del vertedero de La Mina (Marabella, Málaga).
- Zamora, P., Murguía, J., Valencia, J., González, H., & García, H. y. (junio de 1998). *Evaluación social de las alternativas de disposición final de los residuos sólidos*. Obtenido de <https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/52961/Doc-59.pdf?fbclid=IwAR3ry0vTepL-5Y-Y21hwUSbFlJmBnB1YFgfol7yTF2jGPHH4Yqw0YJYqUWQ>



Anexos

Anexo 1: Estudio de Mercado

Anexo 1.1: Criterios de selección de la población para estudio de demanda

Provincia	Cantón	Cantidad ganado bovino*	% Uso agrícola*	Distancia_km**	Tiempo**
Azuay	Cuenca	91.634	17%		
	Girón	22.182	13%	44,6	49 min
	Gualaceo	10.507	12%	37,9	40 min
	Nabón	30.453	28%	70,6	1 h 18 min
	Paute	21.440	30%	40,7	43 min
	Pucará	14.365	20%	119,7	2 h 12 min
	San Fernando	9.689	31%	63,7	1 h 15 min
	Santa Isabel	36.924	20%	74,8	1 h 19 min
	Sígsig	45.014	13%	50,4	1h 13 min
	Oña	1.142	0,17%	105,6	1 h 44 min
	Chordeleg	4.918	14%	44,3	52 min
	El Pan	6.153	8%	63	1 h 15 min
	Sevilla de Oro	4.353	1%	70,7	1 h 19 min
	Guachapala	3.445	9%	50,5	56 min
	Camilo Ponce Enríquez	21.515	54%	192	2 h 40 min
Cañar	Azogues	21.829	14%	32,5	33 min
	Biblián	17.357	70%	38,5	39 min
	Cañar	89.210	24%	67,8	1 h 10 min
	La Troncal	1.732	72%	152	2 h 31 min
	El Tambo	6.172	44%	74,6	1 h 22 min
	Déleg	9.012	22%	99,6	1 h 49 min
	Suscal	9.784	1%	99,6	1 h 51 min

La Troncal y Suscal no han sido elegidas debido a la elevada distancia desde Cuenca y la baja presencia agrícola respectivamente.

Fuente: *ESPAC(2017), **Google Maps , Elaboración: Autores

**Anexo 1.2: Centros agropecuarios (población) para estudio de oferta**

Provincia	Cantón	Parroquia/Cantón	Centros agropecuarios	
Azuay	Cuenca	Cumbe	2	
		Baños	7	
		Chiquintad	3	
		El Batán	18	
		El Sagrario	7	
		El Vecino	5	
		Gil Ramírez Dávalos	6	
		Huayna Capac	2	
		Ricaurte	5	
		San Blas	4	
		San Joaquín	8	
		San Sebastián	2	
		Sayausí	6	
		Sinincay	1	
		Sucre	3	
		Tarqui	4	
		El Valle	1	
		Yanuncay	5	
		Gualaceo	Gualaceo	8
		Paute	Paute	16
			Chicán	2
		Sígsig	Sígsig	4
		Nabón	Nabón	5
Girón	Girón	7		
San Fernando	San Fernando	2		
Santa Isabel	Santa Isabel	11		
Cañar	Azogues	Azogues	15	
	Biblián	Biblián	9	
	Cañar	Cañar	21	
	Deleg	Déleg	2	
	El Tambo	El Tambo	6	
Total	14	32	197	

Fuente: AGROCALIDAD, Elaboración: Autores

**Anexo 1.3: Encuestas y rutas de levantamiento de información**

Localidad	Planificadas	No realizadas	Realizadas	Rutas
Nabón	5	0	5	R1
Cumbe	2	0	2	
Tarqui	4	0	4	
Baños	7	2	5	
Yanuncay	5	2	3	R2
Sucre	3	3	0	
Huayna Capac	2	0	2	
El Valle	1	1	0	R3
Sayausí	6	0	6	
San Joaquín	8	1	7	
El Batán	18	6	12	R4
El Sagrario	7	5	2	
El Vecino	5	1	4	
Gil Ramírez Dávalos	6	1	5	R5
San Blas	4	2	2	
San Sebastián	2	2	0	
Ricaurte	5	1	4	R6
Sinincay	1	0	1	
Chiquintad	3	0	3	
Déleg	2	0	2	R7
Paute	16	4	12	
Chichan	2	2	0	
Gualaceo	8	0	8	R8
Sígsig	4	0	4	
Santa Isabel	11	5	6	
San Fernando	2	0	2	R9
Girón	7	4	3	
Cañar	21	6	15	
El Tambo	6	0	6	R9
Biblián	9	2	7	
Azogues	15	2	13	
Total	197	52	145	9

Elaboración: Autores



Anexo 1.6: Estimación de la población rural de las provincias de Azuay y Cañar (sin La Troncal)

Cantón	Parroquia	Población área - 2010*			Participación porcentual de parroquias %	Población área - 2018			Personas por hogar**	Familias 2018-sector rural
		URBANO	RURAL	TOTAL		URBANO	RURAL	TOTAL		
CAMILO PONCE	CAMILO PONCE ENRIQUEZ	4.903	12.501	17.404	79%	7.398	20406	27.804	3,63	5.621
	EL CARMEN DE PIJILI	-	4.594	4.594	21%	-	5387	5.387	3,91	1.378
	Total	4.903	17.095	21.998	100%	7.398	25.793	33.191		6.999
CHORDELEG	CHORDELEG	4.209	2.578	6.787	31%	4.944	3.028	7.972	3,78	801
	LA UNION	-	1.896	1.896	23%	-	2.227	2.227	3,72	599
	LUIS GALARZA	-	1.494	1.494	18%	-	1.755	1.755	3,68	477
	ORELLANA									
	PRINCIPAL	-	1.331	1.331	16%	-	1.563	1.563	3,50	447
	SAN MARTIN DE PUZHIO	-	1.069	1.069	13%	-	1.256	1.256	3,70	339
	Total	4.209	8.368	12.577	100%	4.944	9.829	14.773		2.663
CUENCA	BANOS	-	16.851	16.851	10%	-	20.482	20.482	3,99	5.133
	CHAUCHA	-	1.297	1.297	1%	-	1.577	1.577	3,45	457
	CHECA (JIDCAY)	-	2.741	2.741	2%	-	3.332	3.332	3,46	963
	CHIQUINTAD	-	4.826	4.826	3%	-	5.866	5.866	3,61	1.625
	CUENCA	329.928	1.960	331.888	1%	401.028	2.382	403.410	3,64	654
	CUMBE	-	5.546	5.546	3%	-	6.741	6.741	4,09	1.648
	LLACAO	-	5.342	5.342	3%	-	6.493	6.493	3,88	1.673
	MOLLETURO	-	7.166	7.166	4%	-	8.710	8.710	3,91	2.228
	NULTI	-	4.324	4.324	2%	-	5.256	5.256	3,98	1.321
	OCTAVIO CORDERO	-	2.271	2.271	1%	-	2.760	2.760	3,08	896
	PACCHA	-	6.467	6.467	4%	-	7.861	7.861	3,97	1.980
	QUINGEO	-	7.450	7.450	4%	-	9.055	9.055	4,20	2.156
	RICAUARTE	-	19.361	19.361	11%	-	23.533	23.533	3,90	6.034
	SAN JOAQUIN	-	7.455	7.455	4%	-	9.062	9.062	4,02	2.254
	SANTA ANA	-	5.366	5.366	3%	-	6.522	6.522	3,88	1.681
	SAYAUSI	-	8.392	8.392	5%	-	10.200	10.200	4,05	2.519
	SIDCAY	-	3.964	3.964	2%	-	4.818	4.818	3,33	1.447
	SININCAY	-	15.859	15.859	9%	-	19.277	19.277	3,87	4.981
	TARQUI	-	10.490	10.490	6%	-	12.751	12.751	4,09	3.118
	TURI	-	8.964	8.964	5%	-	10.896	10.896	4,10	2.658
	VALLE	-	24.314	24.314	14%	-	29.554	29.554	3,91	7.559
	VICTORIA DEL PORTETE	-	5.251	5.251	3%	-	6.383	6.383	4,09	1.561
Total	329.928	175.657	505.585	100%	401.028	213.511	614.539		54.545	
EL PAN	EL PAN	486	710	1.196	28%	499	729	1.228	3,53	207
	SAN VICENTE	-	1.840	1.840	72%	-	1.890	1.890	3,02	626
	Total	486	2.550	3.036	100%	499	2.619	3.118		832

(Continúa)



GIRON	ASUNCION	-	3.051	3.051	36%		3.172	3.172	3,58	886
	GIRON	4.016	4.421	8.437	51%	4.175	4.596	8.771	3,57	1.287
	SAN GERARDO	-	1.119	1.119	13%		1.163	1.163	3,72	313
	Total	4.016	8.591	12.607	100%	4.175	8.931	13.106		2.486
GUACHAPALA	GUACHAPALA	1.125	2.284	3.409	100%	1.256	2.551	3.807	3,52	725
	Total	1.125	2.284	3.409	100%	1.256	2.551	3.807		725
GUALACEO	DANIEL CORDOVA TORAL	-	1.702	1.702	6%		1.924	1.924	3,41	564
	GUALACEO	13.981	7.462	21.443	26%	15.807	8.436	24.243	3,80	2.220
	JADAN	-	4.326	4.326	15%		4.891	4.891	4,15	1.179
	LUIS CORDERO VEGA	-	2.030	2.030	7%		2.295	2.295	3,84	598
	MARIANO MORENO	-	2.616	2.616	9%		2.958	2.958	3,86	766
	REMIGIO CRESPO TORAL	-	1.414	1.414	5%		1.599	1.599	3,61	443
	SAN JUAN	-	5.305	5.305	18%		5.998	5.998	4,15	1.445
	SIMON BOLIVAR	-	1.128	1.128	4%		1.275	1.275	3,70	345
	ZHIDMAD	-	2.745	2.745	10%		3.103	3.103	4,17	744
	Total	13.981	28.728	42.709	100%	15.807	32.479	48.286		8.304
NABON	COCHAPATA	-	3.072	3.072	21%		3.325	3.325	3,73	891
	EL PROGRESO	-	2.012	2.012	14%		2.178	2.178	3,63	600
	LAS NIEVES (CHAYA)	-	1.282	1.282	9%		1.388	1.388	3,29	422
	NABON	1.229	8.297	9.526	57%	1.330	8.981	10.311	4,00	2.245
	Total	1.229	14.663	15.892	100%	1.330	15.872	17.202		4.159
OÑA	OÑA	846	1.549	2.395	57%	958	1.754	2.712	3,14	559
	SUSUDEL	-	1.188	1.188	43%		1.345	1.345	3,54	380
	Total	846	2.737	3.583	100%	958	3.099	4.057		939
PAUTE	BULAN	-	2.173	2.173	12%		2.450	2.450	3,82	641
	CHICAN	-	3.644	3.644	20%		4.109	4.109	3,80	1.081
	DUG-DUG	-	1.903	1.903	10%		2.146	2.146	3,75	572
	EL CABO	-	3.320	3.320	18%		3.744	3.744	3,74	1.001
	GUARAINAG	-	846	846	5%		954	954	3,14	304
	PAUTE	7.226	2.624	9.850	14%	8.148	2.959	11.107	3,61	820
	SAN CRISTOBAL	-	2.412	2.412	13%		2.720	2.720	3,71	733
	TOMBAMBA	-	1.346	1.346	7%		1.518	1.518	3,67	414
	Total	7.226	18.268	25.494	100%	8.148	20.600	28.748		5.566
PUCARA	PUCARA	911	7.304	8.215	80%	961	7.703	8.664	4,00	1.926
	SAN RAFAEL DE SHARUG	-	1.837	1.837	20%		1.937	1.937	4,24	457
	Total	911	9.141	10.052	100%	961	9.640	10.601		2.383
SAN FERNANDO	CHUMBLIN	-	749	749	30%		783	783	3,64	215
	SAN FERNANDO	1.464	1.780	3.244	70%	1.530	1.860	3.390	3,61	515
	Total	1.464	2.529	3.993	100%	1.530	2.643	4.173		730
SANTA ISABEL	ABDON CALDERON	-	4.631	4.631	36%		5.194	5.194	3,73	1.392
	SANTA ISABEL	5.607	6.000	11.607	47%	6.289	6.730	13.019	3,69	1.824
	ZHAGLLI	-	2.155	2.155	17%		2.417	2.417	3,70	653

(Continúa)



	Total	5.607	12.786	18.393	100%	6.289	14.341	20.630		3.870
SEVILLA DE ORO	AMALUZA	-	1.423	1.423	28%		1.631	1.631	3,71	440
	PALMAS	-	2.221	2.221	44%		2.546	2.546	3,32	767
	SEVILLA DE ORO	838	1.407	2.245	28%	961	1.613	2.574	3,63	444
	Total	838	5.051	5.889	100%	961	5.790	6.751		1.651
SIGSIG	CUCHIL	-	1.688	1.688	7%		1.887	1.887	3,38	558
	GIMA	-	2.886	2.886	12%		3.227	3.227	3,62	891
	GUEL	-	1.348	1.348	6%		1.507	1.507	3,23	467
	LUDO	-	3.366	3.366	14%		3.764	3.764	4,08	923
	SAN BARTOLOME	-	4.101	4.101	18%		4.586	4.586	4,02	1.141
	SAN JOSE DE RARANGA	-	2.351	2.351	10%		2.629	2.629	4,10	641
	SIGSIG	3.676	7.494	11.170	32%	4.110	8.379	12.489	3,70	2.265
	Total	3.676	23.234	26.910	100%	4.110	25.979	30.089		6.885
TOTAL DE FAMILIAS QUE HABITAN EN EL SECTOR RURAL										102.736

ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE FAMILIAS QUE HABITAN EN EL SECTOR RURAL DEL CAÑAR SEGÚN PARROQUIA Y CANTÓN, 2018

Cantón	Parroquia	Población área - 2010*			Participación porcentual de parroquias %	Población área - 2018**			Personas por hogar***	Número de familias 2018
		URBANO	RURAL	TOTAL		URBANO	RURAL	TOTAL		
AZOGUES	AZOGUES	33.848	4.147	37.995	11%	40.469	4.958	45.427	3,95	1.255
	COJITAMBO	-	3.689	3.689	10%		4.411	4.411	3,54	1.246
	GUAPAN	-	8.853	8.853	24%		10.585	10.585	3,84	2.757
	JAVIER LOYOLA	-	6.807	6.807	19%		8.139	8.139	3,65	2.230
	LUIS CORDERO	-	3.871	3.871	11%		4.628	4.628	3,50	1.322
	PINDILIG	-	2.103	2.103	6%		2.514	2.514	3,78	665
	RIVERA	-	1.542	1.542	4%		1.844	1.844	3,96	466
	SAN MIGUEL	-	3.567	3.567	10%		4.265	4.265	3,44	1.240
	TADAY	-	1.637	1.637	5%		1.957	1.957	3,76	520
Total		33.848	36.216	70.064	100%	40.469	43.301	83.770		11.701
BIBLIAN	BIBLIAN	5.493	8.212	13.705	54%	6.181	9.240	15.421	3,54	2.610
	JERUSALEN	-	1.745	1.745	11%		1.963	1.963	3,44	571
	NAZON	-	2.565	2.565	17%		2.886	2.886	3,81	757
	SAN FRANCISCO	-	1.731	1.731	11%		1.948	1.948	3,83	509
	TURUPAMBA	-	1.071	1.071	7%		1.205	1.205	2,90	416
	Total		5.493	15.324	20.817	100%	6.181	17.242	23.423	
CAÑAR	CAÑAR	13.407	4.928	18.335	11%	15.278	5.616	20.894	3,98	1.411
	CHONTAMARCA	-	4.140	4.140	9%		4.718	4.718	4,05	1.165
	CHOROCOPE	-	3.088	3.088	7%		3.519	3.519	3,80	926
	DUCUR	-	4.153	4.153	9%		4.732	4.732	4,17	1.135

(Continúa)



	GENERAL MORALES	-	3.400	3.400	7%		3.874	3.874	4,06	954
	GUALLETURO	-	3.842	3.842	8%		4.378	4.378	4,01	1.092
	HONORATO VASQUEZ	-	6.226	6.226	14%		7.095	7.095	4,11	1.726
	INGAPIRCA	-	8.340	8.340	18%		9.504	9.504	3,91	2.431
	JUNCAL	-	2.169	2.169	5%		2.472	2.472	3,66	675
	SAN ANTONIO	-	1.974	1.974	4%		2.249	2.249	3,93	572
	VENTURA	-	1.288	1.288	3%		1.468	1.468	4,00	367
	ZHUD	-	2.368	2.368	5%		2.698	2.698	3,74	721
	Total	13.407	45.916	59.323	100%	15.278	52.323	67.601		13.176
DELEG	DELEG	578	3.855	4.433	70%	637	4.252	4.889	2,98	1.427
	SOLANO	-	1.667	1.667	30%		1.838	1.838	2,69	683
	Total	578	5.522	6.100	100%	637	6.090	6.727		2.110
EL TAMBO	EL TAMBO	4.674	4.801	9.475	100%	5.888	6.047	11.935	3,95	1.531
	Total	4.674	4.801	9.475	100%	5.888	6.047	11.935		1.531
SUSCAL	SUSCAL	1.266	3.750	5.016	100%	1.579	4.678	6.257	3,77	995
	Total	1.266	3.750	5.016	100%	1.579	4.678	6.257		995
TOTAL DE FAMILIAS QUE HABITAN EN EL SECTOR RURAL										34.375

Fuente: * Censo de Población y Vivienda 2010, **Proyección de la población ecuatoriana, por años calendario, según cantones 2010-202 (Banco Central del Ecuador), ***Promedio de personas por hogar, según parroquia, **Elaboración:** Autores



1.7 Demanda de fertilizantes orgánicos mensual de acuerdo a prueba piloto

Provincia	Cantón	Parroquia	Sacos (45 kg)	Varianza
Azuay	Cuenca	San Joaquín	600	30.122
Azuay	Cuenca	San Joaquín	360	
Azuay	Cuenca	San Joaquín	200	
Azuay	Cuenca	Sidcay	160	
Azuay	Cuenca	Quingeo	100	
Azuay	Cuenca	San Joaquín	80	
Azuay	Cuenca	Quingeo	80	
Azuay	Cuenca	Santa Ana	50	
Azuay	San Fernando	San Fernando	100	
Azuay	Santa Isabel	Santa Isabel	40	
Azuay	San Fernando	Chumblin	20	
Cañar	Azogues	Taday	1.400	503.299
Cañar	Azogues	Guapán	620	
Cañar	Azogues	San Miguel	460	
Cañar	Azogues	Guapán	240	
Cañar	Azogues	Rivera	200	
Cañar	Azogues	Luis Cordero	150	
Cañar	Azogues	Rivera	80	
Cañar	Azogues	Pindilig	54	
Cañar	Biblián	Jerusalen	16	
Cañar	Biblián	Jerusalen	2.000	
Cañar	Biblián	Turupamba	400	
Cañar	Biblián	Biblián	200	
Cañar	Biblián	Biblián	150	
Cañar	Biblián	Biblián	100	
Cañar	Cañar	Cañar	200	
Cañar	Cañar	Ingapirca	1.000	
Cañar	Cañar	Honorato Vásquez	134	
Cañar	Cañar	Gualleturo	2.500	
Cañar	El Tambo	El Tambo	4	

Fuente: Prueba piloto demanda, **Elaboración:** Autores

Anexo 1.8: Tamaño de muestra de demanda para estimar medias y totales de la población

Estrato	N _i	a _i	σ_i^2	$\sum_{i=1}^L (N_i^2 \sigma_i^2 / a_i)$	$\sum_{i=1}^L (N_i \sigma_i^2)$	$D = \frac{B^2}{4N^2}$	$n = \frac{\sum_{i=1}^L (N_i^2 \sigma_i^2 / a_i)}{N^2 D + \sum_{i=1}^L (N_i \sigma_i^2)}$	n por estrato
Azuay	37.807	0,69	323	667.428.805,027	12.205.194	B= 127,112	n= 565	391
Cañar	16.877	0,31	1776	1.638.638.996,659	29.965.602	D= 1,35		174
Total	54.684			2.306.067.801,686	42.170.796	N²D = 4.039.365,136		

Donde: N_i: Población del estrato i
 a_i: Afijación proporcional estrato i
 σ_i^2 : Variancia estimada estrato i
 B: Error
 N: Poblacion total
 n: Tamaño de muestra

Fuente: INEC, **Elaboración:** Autores

**Anexo 1.9: Distributivo de encuestas realizadas en la provincia del Azuay**

Provincia	Cantón	Parroquia	# de Encuestas	Total	
Azuay	Camilo Ponce Enríquez	Carmen de Pijilí	8	8	
		Chordeleg	6	11	
	Chordeleg	La Unión	2		
		Principal	3		
	Cuenca	Cuenca	Baños	5	110
			Checa	1	
			Chiquintad	2	
			Cumbe	6	
			El Valle	8	
			Llacao	5	
			Molleturo	16	
			Nulti	2	
			Octavio Cordero	5	
			Paccha	3	
			Quingeo	12	
			Ricaurte	1	
			San Joaquín	4	
			Santa Ana	8	
			Sayausí	8	
			Sidcay	8	
			Sinincay	6	
	Tarqui	3			
	Turi	3			
	Victoria del Portete	4			
	El Pan	El Pan	El Pan	1	9
			San Vicente	8	
	Girón	Girón	Girón	6	14
			La Asunción	5	
	Guachapala	Guachapala	San Gerardo	3	9
			Guachapala	9	
	Gualaceo	Gualaceo	Gualaceo	4	31
			Jadan	6	
			Luis Cordero Vega	3	
Mariano Moreno			2		
Remigio Crespo Toral			3		
San Juan			9		
Simón Bolívar			1		
Zhidmad			3		
Nabón	Nabón	Cochapata	4	34	
		Las Nieves	2		
		Nabón	28		
Oña	Oña	Oña	16	20	
		Susudel	4		

(Continúa)



	Bulán	2	
	Chicán	5	
	Dug Dug	5	
Paute	El Cabo	1	27
	Guarainag	4	
	Paute	1	
	San Cristóbal	3	
	Tomebamba	6	
	Pucara	Pucara	
	San Rafael de Zharug	3	
San Fernando	San Fernando	5	5
Santa Isabel	Abdón Calderón	2	28
	Santa Isabel	19	
	Shaglli	7	
Sevilla de Oro	Amaluza	4	10
	Palmas	3	
	Sevilla de Oro	3	
Sigsig	Cutchil	2	46
	Guel	3	
	Jima	10	
	Ludo	19	
	San Bartolomé	6	
	San José de Raranga	2	
	Sigsig	4	
	Total		391

Elaboración: Autores

**1.0: Distributivo de encuestas realizadas en la provincia del Cañar**

Provincia	Cantón	Parroquia	# de Encuestas	Total
Cañar	Azogues	Azogues	3	49
		Cojitambo	4	
		Guapán	8	
		Javier Loyola	3	
		Luis Cordero	7	
		Pindilig	9	
		Rivera	9	
		San Miguel	3	
		Taday	3	
	Biblián	Biblián	18	32
		Jerusalén	8	
		Nazón	3	
		Turupamba	3	
	Cañar	Cañar	12	61
		Chontamarca	9	
		Chorocopte	3	
		Ducur	3	
		General Morales	6	
		Gualleturo	6	
		Honorato Vásquez	8	
		Ingapirca	7	
		Juncal	1	
		San Antonio	2	
	Deleg	Deleg	4	8
		Solano	4	
	El Tambo	El Tambo	18	18
	Suscal	Suscal	6	6
			Total	174

Elaboración: Autores



Anexo 1.11: Instrumentos de recolección de datos

Encuesta piloto de estudio de demanda

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Cuestionario para Productores Agrícolas, Agroecológicos y Ganaderos

Buenos días/tardes, nos encontramos realizando una encuesta que permita evaluar los determinantes en la elección de fertilizantes orgánicos para cultivos agrícolas, de antemano agradecemos su colaboración para esta encuesta.

ENCUESTA PARA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE COMPOST

Número de Registro: _____
 Fecha: _____

Sección 1: Datos de Localización

1 Provincia: _____
 2 Cantón: _____
 3 Parroquia: _____
 4 Sector: _____

Sección 2: Perfil del Consumidor

5 Sexo: _____
 6 Gremio: _____
 7 Superficie de Terreno: _____

Sección 3: Percepción de Abonos Químicos y Orgánicos

9 ¿Qué Clase De Cultivo Tiene?

Hortalizas	
Frutales	
Tubérculos	
Ornamentales	
Pastos	
Otro Especificar	_____

10 ¿Qué tipo de abono utiliza?

Abono Orgánico	
Abono Químico	
Bioestimulante	
Enmiendas Minerales	

11 ¿Qué tipo de abonos químicos utiliza para sus cultivos?



Urea
10-30-10
18-46-0
Nitrato de Amonio
Roca Fosfórica
Muriato de Potasio
Otro (Especificar)

12 ¿Qué tipo de abonos orgánicos utiliza para sus cultivos?

Humus
Compost
Gallinaza
Bocashi
Biol
Otro (Especificar)

Sección 4: Identificar Tendencias de Compra

13 ¿Cuáles de las siguientes razones considera Ud. más importante al momento de utilizar el abono?

Mejora la estructura del suelo
Mejora la producción agrícola
Reduce costo económico por hectárea
Reduce ataque de plagas
Otro (Especificar)

14 ¿Al momento de comprar abono, usted considera?

Precio
Cantidad
Calidad
Marca
Disponibilidad
Presentación
Otro (Especificar)

15 ¿La calidad del abono orgánico que adquiere es?

Excelente
Muy buena
Buena



Regular

--

16 ¿Qué marca de abono Orgánico compra habitualmente?

17 ¿Dónde consigue con mayor facilidad usted sus abonos orgánicos?

Camiones repartidores

Lugares de distribución

Almacenes agropecuarios

Viveros

Otro (Especificar)

18 ¿Cuándo compra Abono Orgánico que Servicio adicional le ofrece el Proveedor?

Asesoría Técnica

Visitas Al Cultivo Para Asesoría

Garantía Sobre Las Especificaciones Del Producto

Otro (Especificar)

Sección 5: Conocer Costo Inversión Mensual por hectárea para los Cultivos.

19 ¿Cada que tiempo compra usted el abono?

Mensual

Trimestral

Semestral

Anual

Ocasional

20 ¿Qué cantidad de abono Orgánico compra o utiliza usted para sus cultivos?

Humus

Compost

Gallinaza

Bocashi

Biol

Otro (Especificar)

21 ¿Qué precio paga actualmente por el saco de abono orgánico que adquiere?

\$ 4-6

\$ 6-8

\$ 8-10

Más de \$ 10



22 ¿Cuánto invierte por hectárea mensualmente en abono para sus cultivos?

\$1 – \$100

\$100 – \$400

\$401 – \$600

\$601 – \$800

\$801 o Más

Sección 6: Conocimiento de Abono Orgánico EMAC EP

23 ¿Ud. ha utilizado abono orgánico que vende EMAC EP?

Si

No

24 ¿Qué beneficios esperaría obtener al utilizar el abono orgánico de EMAC EP?

Reducción de costos

Mejorar la calidad en los cultivos

Mayor rendimiento

Evitar problemas de salud

Conservación de suelo

25 ¿Estaría dispuesto a utilizar abonos orgánicos a base de residuos sólidos en lugar de los químicos?

Si

No

Elaboración: Autores



Encuesta de estudio de oferta de compost

Buenas tardes/días, mi nombre es..., soy estudiante de la Universidad de Cuenca y estoy colaborando con la EMAC EP en el levantamiento de información referente a la comercialización de abonos orgánicos. Le pido me ayude con 5 minutos de su tiempo para realizar las siguientes preguntas

Empresa _____	Provincia _____	Sector _____
_____	Cantón _____	_____
Dirección _____	Parroquia _____	Fecha _____
_____	_____	_____

1. ¿Qué tipo de fertilizantes comercializa?	Orgánicos		Inorgánicos	
	Compost	<input type="checkbox"/>	Químicos sólidos	<input type="checkbox"/>
	Humus	<input type="checkbox"/>	Químicos líquidos	<input type="checkbox"/>
	Gallinaza/Pollinaza	<input type="checkbox"/>	Enmiendas minerales	<input type="checkbox"/>
	Otros _____	_____	Otros _____	_____

Si no comercializa compost:

2. ¿Adquiriría compost para su comercialización?

Si

No → ¿Por qué? _____

Si usted compra compost:

3. ¿Compraría compost que la EMAC produce a base de residuos orgánicos?

Si Pase a 5

No 4

4. ¿Por qué razón no compraría?

Precio

Calidad

Cantidad

Otro _____

5. ¿De donde proviene el abono orgánico que vende?

Producción propia

Proveedor

Otro _____

6. ¿De qué forma comercializa el abono que usted compra/produce?

Venta a establecimientos agropecuarios y/o subdistribuidores independientes

Venta directa a productores agropecuarios

Venta a entidades del estado

Otro _____



8. Marca, cantidad y precio de los abonos organicos que comercializa

7. ¿En que presentación vende o le solicitan el abono organico?

Sacos

Bolsas/
fundas

Otro _____

Marca	Cantidad/mes		Precio
	Saco/funda	Kg	

9. ¿Existen periodos de mayor venta de abono orgánico?

No

Si

↓

¿En que mes/meses? _____

10. Bajo que modalidad vende el abono orgánico

Contado

Credito días

Cheque días

Otro _____

11. ¿Qué ventajas recibe del productor/proveedor?

Promociones

Descuentos

Credito

Otro _____

12. ¿Por qué medio se informa acerca de la oferta de abonos orgánicos?

Radio

Prensa

Internet

Volantes

Otro _____

Observaciones: _____

Elaboración: Autores



Encuesta para estudio de demanda

Encuesta para Estudio de Demanda de Compost												
Buenos días/tardes, nos encontramos realizando una encuesta con el objetivo de realizar el estudio de demanda de fertilizantes orgánicos.												
Agradecemos por brindamos su tiempo para contestarla.												
											Fecha: <input type="text"/>	
Sección 1: Datos de localización						Sección 2: Perfil del consumidor						
1. Provincia: Azuay <input type="text"/> Cañar <input type="text"/>						5. Asociación _____						
2. Cantón: _____						6. Superficie del terreno cultivado						
3. Parroquia: _____						Hectáreas <input type="text"/>			Metros <input type="text"/>			
4. Sector: _____												
Sección 3: Consumo de abonos orgánicos y químicos												
7. ¿Qué tipo de abono utiliza en sus cultivos? <i>(Puede haber más de una respuesta)</i>												
Orgánico <input type="text"/>				Químico <input type="text"/>				Otros _____				
8. Utilización del abono, cantidad, periodicidad y marca.												
8.1. ¿Qué tipo de abono utiliza en sus cultivos? <i>(Puede ser más de una respuesta)</i>			8.2. ¿Qué cantidad de abono utiliza en sus cultivos?			8.3. ¿Cuántos kilos/litros contiene el saco, funda o botella?		8.4. ¿Cada qué tiempo utiliza ud este abono?				8.4. ¿Cuál es la marca del abono que utiliza? <i>(Si no tiene marca poner Sin Marca)</i>
Tipo y clase de Abono			Unidades					Periodicidad				Marca
Orgánicos			# Saco	# Funda	# Botella	Kg	Litros	Mensual	Trimestral	Semestral	Annual	
Estiércoles												
Estiércol (Animales)												
Callinaza/Pollinaza												
Guano de Murcielago												
Otros: _____												

Fermentados												
Compost												
Humus												
Bocashi												
Biol												
Otros: _____												

Líquidos												
Bioles												
Purines												
Tés												
Otros: _____												

Químicos												
Úrea												
10-30-10												
18-46-0												
Nitrato de amoniaco												
Murianto de potacio												
Yaramilas												
Fertiforraje												
Otros: _____												

Enmiendas												
Roca fosfórica												
Cal agrícola												
Yeso agrícola												
Otro: _____												



9. ¿Cuál es la razón por la que utiliza abono orgánico?	(Pueden ser más de una respuestas)	10. ¿Cómo obtiene el abono orgánico que usted utiliza?	(Puede ser mas de una respuesta)
	Mejora la fertilidad del suelo <input type="checkbox"/> Mejora la calidad del producto <input type="checkbox"/> Incrementos en la producción <input type="checkbox"/> Otro: _____ _____		Compra <input type="checkbox"/> Produce <input type="checkbox"/> Donación <input type="checkbox"/>

Sección 4: Identificar tendencias de compra

11. ¿Qué aspecto considera al momento de comprar el abono orgánico?	(Debe ser una sola respuesta)	12. ¿La calidad del abono orgánico que adquiere es?
	Precio <input type="checkbox"/> Cantidad <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Marca <input type="checkbox"/> Otro: _____ _____	

13. Compra del abono orgánico: cantidad, precio, periodicidad y marca:

13.1. ¿Qué tipo de abono orgánico compra para sus cultivos? (Puede ser más de una respuesta)	13.2. ¿Qué cantidad de abono orgánico compra para sus cultivos?			13.3. ¿Cuántos kilos/litros contiene?		13.4. Precio	13.5. ¿Cada qué tiempo compra ud el abono orgánico?				13.6. ¿Cuál es la marca del abono que utiliza? (Si no tiene marca poner Sin Marca)
	Unidades			Kg	Litros		Periodicidad				Marca
	# Saco	# Funda	# Botella				Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	
Estiércoles											
Estiércol (Animales)											
Gallinaza/Pollinaza											
Guano de Murcielago											
Otros: _____											
Fermentados											
Compost											
Humus											
Bocashi											
Biol											
Otros: _____											
Líquidos											
Bioles											
Purines											
Tés											
Otros: _____											

14. ¿Dónde consigue el abono orgánico que utiliza? (Puede ser más de una respuesta)	15. ¿Qué servicio adicional le ofrece su proveedor? (Puede ser más de una respuesta)
Camiones repartidores <input type="checkbox"/> Almacenes agropecuarios <input type="checkbox"/> Vivéros <input type="checkbox"/>	Asesoría técnica <input type="checkbox"/> Visitas al cultivo para asesoría <input type="checkbox"/> Garantía del producto <input type="checkbox"/> Otro: _____

Sección 5: Conocimiento sobre el abono orgánico que vende la EMAC EP

16. La EMAC produce compost a base de residuos orgánicos y arbóreos ¿Conoce usted este producto?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> → Pase a la pregunta 19	17. ¿Ha utilizado este tipo de abono?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> → Pase a la pregunta 19
--	--	---------------------------------------	--



<p>18. Después de haber utilizado este abono ¿Cómo considera que es su calidad?</p>	<p>Excelente <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Mala <input type="checkbox"/></p>	<p>19. ¿Qué beneficios obtuvo o esperaría obtener al utilizar este abono?</p>	<p><i>(Puede ser más de una respuesta)</i></p> <p>Reducción de costos <input type="checkbox"/> Mejorar la calidad de los cultivos <input type="checkbox"/> Mayor rendimiento <input type="checkbox"/> Evitar problemas de salud <input type="checkbox"/></p>
<p>20. ¿Compraría usted el compost 100% orgánico que produce la EMAC EP y se vende en sacos de 35kg a un precio de \$4 dolares?</p>			
<p><i>(Si responde si pero con alguna condición anotarla en Observación)</i></p>			
<p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> → ¿Por qué? → Precio <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/></p> <p>Observación _____ Otro _____</p> <p>_____</p>			
<p>21. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un saco de abono 100% orgánico de 35 kg?</p> <p>_____</p>			
<p>Observaciones: _____</p> <p>_____</p>			

Elaboración: Autores



Encuesta para estudio de oferta

Encuesta de estudio de oferta de compost

Buenos días/tardes, nos encontramos realizando una encuesta con el objetivo de realizar el estudio de oferta de fertilizantes orgánicos.

Agradecemos por brindarnos su tiempo para contestarla

Sección 1: Información general

Empresa _____ Parroquia _____
 Dirección _____ Sector _____
 Provincia _____ Cantón _____ Fecha _____

Sección 2: Comercialización de fertilizantes

1. ¿Qué tipo de fertilizantes o abonos comercializa?

	Marca	Distribuidor/ Proveedor	Nombre comercial	Presentación	Contenido Kilogramos: kg /Litros: L	Unidades vendidas/ mes	Precio de venta
Orgánicos				Saco:1 - Funda:2 - Botella:3			
Químicos							

2. En el año ¿Existen periodos de mayor venta de abono orgánico?

No → Pase a la sección 3 Si → ¿En que mes/meses? _____

3. Si usted comunmente vende (cantidad) de abono organico (nombre comercial) al mes.

Aproximadamente ¿En cuantas unidades aumenta la venta de abonos organicos en estos meses?

	Nombre comercial	Cantidad		Nombre comercial	Cantidad
1			4		
2			5		
3			6		



Sección 3: Tendencia de compra

4. Si no comercializa compost: → ¿Adquiriría compost para su comercialización?

Sí No → ¿Por qué? _____

5. Si comercializa compost: → ¿Compraría compost que la EMAC produce a base de residuos sólidos 100% orgánicos?

Sí No → Pase a la pregunta 6.

6. ¿Por que razón no compraría el compost que la EMAC produce?

Precio Calidad Otro _____

7. Generalmente ¿En que presentación vende o le solicitan el abono/s orgánico/s?

Quintal Arroba Libra Otro _____

Sección 4: Abastecimiento y comercialización

8. ¿Cómo obtiene el abono orgánico que usted comercializa?

Produce Proveedor/es → Nombre/s: _____ Localización: _____

9. ¿Recibe incentivos de su proveedor/es?

Sí Continúe la pregunta No → Pase a la 10

Promoción Descuentos Crédito en compras

10. ¿De qué forma comercializa el abono orgánico?

Distribuye a establecimientos agropecuarios
 Venta directa a productores agropecuarios
 Otro modalidad, especifique: _____

11. ¿Bajo que modalidad vende el abono orgánico?

Contado Crédito días _____ Cheque días _____

12. ¿Como conoce de la oferta que existe de abonos orgánicos?

Agentes vendedores A través del cliente
 Internet Otro: _____

Observaciones: _____

Elaboración: Autores



Modelo de oficio para solicitar información en empresas municipales productoras de compost

Girón, 18 de octubre del 2018

Ing. Marcelo Cárdenas
Gerente de la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la cuenca del Jubones

Su despacho

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, nosotros, Kelvin Patricio Matamoros Galarza y Eduardo Espinoza Suquisupa con cedula de identidad número 070564421-9 y 010573470-1 respectivamente, en calidad de egresados de la carrera de Economía de la Universidad de Cuenca, nos permitimos solicitar respetuosamente a Ud. se sirva autorizar a quien corresponda, nos brinde información referente a la producción, precio de venta y ventas de compost que la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones (EMMAICJ-EP) realiza, con una periodicidad mensual durante los últimos 5 años o de los últimos que existiesen.

La información tiene como propósito servir en el análisis de oferta de abonos orgánicos, necesario para la realización del proyecto integrador denominado: “Evaluación financiera, económica y social de la nueva planta de compostaje EMAC EP” de la ciudad de Cuenca, previo a la obtención del título de economista. Recordamos que la información solicitada será usada únicamente con fines académicos.

Seguros de contar con su apoyo nos despedimos deseándole éxito en sus actividades.

Atentamente,

Eduardo Espinoza Suquisupa y Kelvin Patricio Matamoros Galarza

0998709321 - 2858206

edu-espinoz@hotmail.com – kelvin-125@live.com

Kelvin Matamoros Galarza

Eduardo Espinoza Suquisupa

**Anexo 1.12: Resultados de la encuesta de demanda**

1. ¿Qué tipo de abono utiliza en sus cultivos?

Azuay			Cañar		
Tipos de abono	Frecuencia	Porcentaje	Tipos de abono	Frecuencia	Porcentaje
Orgánicos	177	45,27%	Orgánicos	84	48,28%
Químicos	8	2,05%	Químicos	22	12,64%
Ambos	206	52,69%	Ambos	68	39,08%
Total	391	100,00%	Total	174	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

2. ¿Qué tipo de abono utiliza en sus cultivos?

Azuay			Cañar		
Clasificación del abono	Frecuencia	Porcentaje	Clasificación de abono	Frecuencia	Porcentaje
Estiércoles	171	44,65%	Estiércoles	141	92,76%
Fermentados	13	3,39%	Fermentados	7	4,61%
Estiércoles y Fermentados	58	15,14%	Estiércoles y Fermentados	4	2,63%
Estiércoles y Líquidos	58	15,14%	Total	152	100,00%
Fermentados y Líquidos	16	4,18%			
Estiércoles, Fermentados y Líquidos	67	17,49%			
Total	383	100,00%			

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

**2.1 Tipos de abono orgánico sólidos utilizados**

Azuay			Cañar		
Tipos de abono orgánico	Frecuencia	Porcentaje	Tipo de abono orgánico	Frecuencia	Porcentaje
Estiércol (Animales)	164	26,48%	Estiércol (Animales)	74	41,57%
Gallinaza/Pollinaza	280	45%	Gallinaza/Pollinaza	92	51,68%
Humus	11	1,8%	Otros Estiércoles	2	1,12%
Compost	58	9,49%	Humus	6	3,37%
Bocashi	92	15,06%	Compost	1	0,56%
Otros Fermentados	6	0,98%	Otros Fermentado	3	1,68%
Total	611	100,00%	Total	178	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, **Elaboración:** Autores

2.2 ¿Qué cantidad de abono utiliza en sus cultivos?

Orgánicos sólidos, ver tabla 5: Uso de fertilizante orgánico por parte de agricultores, por estrato

Orgánicos líquidos

En Cañar no se evidencia consumo de fertilizantes líquidos, se expone solo de Azuay

Líquidos	Cantidad (L/año)	Porcentaje
Biol	63.066	93%
Purines	1.934	3%
Tés	2.474	4%
Total	67.474	100%

Fuente: Encuesta de demanda, **Elaboración:** Autores

Químicos

Azuay			Cañar		
Químicos	Cant.(ton/año)	Porcentaje	Químicos	Cant.(ton/año)	Porcentaje
Urea	635	40,0%	Urea	749	51,8%
10-30-10	331	20,9%	10-30-10	479	33,1%
18-46-0	156	9,8%	Fertiforraje	199	13,7%
Fertiforraje	151	9,5%	18-46-0	14	1,0%
Otro	151	9,5%	Yaramila	5	0,4%
Yaramila	115	7,3%	Total	1.446	100,0%
Muriato de potasio	42	2,6%			
Nitrato de amonio	5	0,3%			
Total	1.587	100%			

Fuente: Encuesta de demanda, **Elaboración:** Autores



Enmiendas

En Cañar no se evidencia consumo de enmiendas, se expone solo de Azuay

Enmienda	Cantidad (ton/año)	Porcentaje
Cal agrícola	119	98%
Roca fosfórica	2	1%
Yeso agrícola	1	0%
Total	122	100%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

2.3 ¿Cuántos kilos/litros contiene el saco, funda o botella?

Azuay				
Presentación	Fertilizante	Mínimo	Máximo	Promedio
Sólidos (kg)	Estiércol (Animales)	30	30	30
	Gallinaza/Pollinaza	5	45	45
	Otros Estiércoles	30	30	30
	Humus	30	30	30
	Compost	35	35	35
	Bocashi	45	45	45
	Otros Fermentados	23	23	23
Líquidos (L)	Bioles	1	20	2,7
	Purines	1	3	1,23
	Tés	1	50	1,22
Cañar				
Presentación	Fertilizante	Mínimo	Máximo	Promedio
Sólidos (kg)	Estiércol (Animales)	5	40	30
	Gallinaza/Pollinaza	45	45	45
	Otros Estiércoles	40	40	40
	Humus	30	30	30
	Compost	35	35	35
	Otros Fermentados	23	40	29

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores



2.4 ¿Cada que tiempo utiliza usted este abono orgánico (solidos)?

Azúay			Cañar		
Periodicidad	Frecuencia	Porcentaje	Periodicidad	Frecuencia	Porcentaje
Mensual	75	12,25%	Mensual	40	19,80%
Trimestral	193	31,54%	Trimestral	30	14,85%
Semestral	140	22,88%	Semestral	32	15,84%
Anual	204	33,33%	Anual	100	49,50%
Total	612	100%	Total	202	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

2.5 ¿Cuál es la marca del abono que utiliza?

Azúay			
Fertilizante	Marca	Frecuencia	Porcentaje
Estiércol (Animales)	Sin Marca	164	27%
Gallinaza/Pollinaza	Sin Marca	280	47%
Otro (estiércol)	No menciona	1	0%
Humus	No menciona	1	0%
Compost	No menciona	57	10%
	BioEMAC	1	0%
Bocashi	No menciona	92	15%
Otro (fermentado)	La India	2	0%
Total		598,00	100%

Cañar			
Fertilizante	Marca	Frecuencia	Porcentaje
Estiércol (Animales)	Sin Marca	74,00	41%
Gallinaza/Pollinaza	Sin Marca	93,00	52%
Otro (estiércol)	No menciona	2,00	1%
Humus	No menciona	6,00	3%
Compost	No menciona	1	1%
Otro (fermentado)	No menciona	3	2%
Total		179,00	100%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores



3. ¿Cuál es la razón por la que utiliza abono orgánico?

Azúay		
Razones	Frecuencia	Porcentaje
Mejora la fertilidad del suelo	114	29,77%
Mejora la calidad del producto	30	7,83%
Incrementos en la producción	57	14,88%
Mejora la fertilidad del suelo y Mejora la calidad del producto	54	14,10%
Mejora la fertilidad del suelo e Incrementos en la producción	53	13,84%
Mejora la calidad del producto e Incrementos en la producción	13	3,39%
Mejora la fertilidad del suelo, Mejora la calidad del producto e Incrementos en la producción	62	16,19%
Total	383	100,00%

Cañar		
Razones	Frecuencia	Porcentaje
Mejora la fertilidad del suelo	80	52,63%
Mejora la calidad del producto	33	21,71%
Incrementos en la producción	17	11,18%
Otra	4	2,63%
Mejora la fertilidad del suelo y Mejora la calidad del producto	10	6,58%
Mejora la fertilidad del suelo e Incrementos en la producción	1	0,66%
Mejora la calidad del producto e Incrementos en la producción	1	0,66%
Mejora la fertilidad del suelo, Mejora la calidad del producto e Incrementos en la producción	5	3,29%
Mejora la fertilidad del suelo y otra	1	0,66%
Total	152	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, **Elaboración:** Autores



4. ¿Cómo obtiene el abono orgánico que usted utiliza?

Azuay			Cañar		
Formas	Frecuencia	Porcentaje	Formas	Frecuencia	Porcentaje
Produce	150	39,16%	Produce	53	34,87%
Compra	111	28,98%	Compra	79	51,97%
Produce y Compra	103	26,89%	Produce y Compra	17	11,18%
Produce y Donación	9	2,35%	Compra y Donación	1	0,66%
Compra y Donación	3	0,78%	Produce y Donación	2	1,32%
Produce, Compra y Donación	7	1,83%	Total	152	100,00%
Total	383	100,00%			

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

5. ¿Qué aspecto considera al momento de comprar el abono orgánico?

Azuay			Cañar		
Aspectos	Frecuencia	Porcentaje	Aspectos	Frecuencia	Porcentaje
Precio	163	72,77%	Precio	30	30,61%
Calidad	53	23,66%	Calidad	63	64,29%
Cantidad	7	3,13%	Cantidad	5	5,10%
Otros	1	0,45%	Total	98	100,00%
Total	224	100,00%			

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

6. ¿La calidad del abono orgánico que adquiere es?

Azuay			Cañar		
Calidad	Frecuencia	Porcentaje	Calidad	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	41	18,30%	Excelente	5	5,10%
Buena	137	61,16%	Buena	69	70,41%
Regular	42	18,75%	Regular	23	23,47%
Mala	4	1,79%	Mala	1	1,02%
Total	224	100,00%	Total	98	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores



7. Compra de fertilizante orgánico

7.1 Agricultores que compran de fertilizantes solidos orgánicos por tipo

Azuay			Cañar		
Tipo	Frecuencia	Porcentaje	Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Estiércoles	161	71,88%	Estiércoles	93	94,9%
Fermentados	9	4,02%	Fermentados	3	3,1%
Estiércoles y Fermentados	54	24,11%	Estiércoles y Fermentados	2	2,0%
Total	224	100,00%	Total	98	100,0%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

7.2 Cantidad de fertilizante orgánico comprado

Tipo	Fertilizante	Azuay		Cañar	
		Compra	Participación	Compra	Participación
Estiércoles	Estiércol (Animales)	70.920	3,2%	31.800	0,82%
	Gallinaza/Pollinaza	2.097.135	94,5%	3.782.295	97,25%
	Otros Estiércoles	120	0,0%	2.000	0,05%
Fermenta-dos	Humus	120	0,0%	72.600	1,87%
	Compost	10.395	0,5%	0	0,00%
	Bocashi	35.370	1,6%	0	0,00%
	Otros Fermentados	5.405	0,2%	367	0,01%
Total		2.219.465	100,0%	3.889.062	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

7.3 Precios de fertilizante por kilogramo adquirido

Tipo	Fertilizante	Azuay			Cañar		
		Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio
Estiércoles	Estiércol (Animales)	0,03	0,08	0,05	0,04	0,08	0,05
	Gallinaza/Pollinaza	0,03	0,08	0,04	0,02	0,06	0,03
	Otros Estiércoles	0,07	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05
Fermenta-dos	Humus	0,17	0,2	0,18	0,04	0,07	0,05
	Compost	0,09	0,14	0,11	0	0	0
	Bocashi	0,05	0,27	0,09	0	0	0
	Otros Fermentados	0,13	0,17	0,14	0,13	0,61	0,3

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores



8 ¿Dónde consigue el abono orgánico que utiliza?

Azuay

Formas de Comercialización	Frecuencia	Porcentaje
Camiones repartidores	155	69,20%
Almacenes agropecuarios	26	11,61%
Viveros	24	10,71%
Camiones repartidores y Almacenes agropecuarios	16	7,14%
Camiones repartidores y Viveros	3	1,34%
Total	224	100,00%

Cañar

Formas de Comercialización	Frecuencia	Porcentaje
Camiones repartidores	87	89,69%
Almacenes agropecuarios	9	9,28%
Almacenes agropecuarios y Viveros	1	1,03%
Total	97	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, **Elaboración:** Autores

9 ¿Qué servicio adicional le ofrece su proveedor?

Azuay

Servicios	Frecuencia	Porcentaje
Asesoría técnica	9	4,02%
Visitas al cultivo para asesoría	2	0,89%
Garantía del producto	63	28,13%
Ninguno	147	65,63%
Asesoría técnica y Visitas al cultivo para asesoría	2	0,89%
Asesoría técnica y Garantía del producto	1	0,45%
Total	224	100,00%

Cañar

Servicios	Frecuencia	Porcentaje
Visitas al cultivo para asesoría	1	1,03%
Ninguno	96	98,97%
Total	97	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, **Elaboración:** Autores



10 La EMAC produce compost a base de residuos orgánicos y arbóreos ¿Conoce usted este producto?

Azuay			Cañar		
Conocimiento	Frecuencia	Porcentaje	Conocimiento	Frecuencia	Porcentaje
Si	50	12,79%	Si	33	18,97%
No	341	87,21%	No	141	81,03%
Total	391	100,00%	Total	174	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

11 ¿Ha utilizado este tipo de abono?

Azuay			Cañar		
Utilización	Frecuencia	Porcentaje	Utilización	Frecuencia	Porcentaje
Si	13	26%	Si	8	24,24%
No	37	74%	No	25	75,76%
Total	50	100,00%	Total	33	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

12 Después de haber utilizado este abono ¿Cómo considera que es su calidad?

Azuay			Cañar		
Calidad	Frecuencia	Porcentaje	Calidad	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	2	15,38%	Buena	6	75,00%
Buena	11	84,62%	Mala	2	25,00%
Total	13	100,00%	Total	8	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores



13 ¿Qué beneficios obtuvo o esperaría obtener al utilizar este abono?

Azuay			
Beneficios	Frecuencia	Porcentaje	
Reducción de costos	50	14,12%	
Mejorar la calidad de los cultivos	91	25,71%	
Mayor rendimiento	52	14,69%	
Evitar problemas de salud	8	2,26%	
Reducción de costos y Mejorar la calidad de los cultivos	23	6,50%	
Reducción de costos y Mayor rendimiento	26	7,34%	
Reducción de costos, Mejorar la calidad de los cultivos y Mayor Rendimiento	18	5,08%	
Reducción de Costos, Mayor Rendimiento y Evitar Problemas de Salud	3	0,85%	
Reducción de Costos, Mejorar la calidad de los cultivos y Evitar problemas de salud	3	0,85%	
Mejorar la calidad de los cultivos y Mayor rendimiento	17	4,80%	
Mejorar la calidad de los cultivos y Evitar problemas de salud	10	2,82%	
Mejorar la calidad de los cultivos, Mayor rendimiento y Evitar problemas de salud	5	1,41%	
Mayor rendimiento y Evitar problemas de salud	12	3,39%	
Reducción de costos, Mejorar la calidad de los cultivos, Mayor rendimiento y Evitar problemas de salud	36	10,17%	
Total	354	100,0%	
Cañar			
Beneficios	Frecuencia	Porcentaje	
Reducción de costos	7	4,86%	
Mejorar la calidad de los cultivos	95	65,97%	
Mayor rendimiento	29	20,14%	
Evitar problemas de salud	6	4,17%	
Reducción de costos y Mejorar la calidad de los cultivos	1	0,69%	
Reducción de costos y Evitar problemas de salud	1	0,69%	
Mejorar la calidad de los cultivos y Mayor rendimiento	2	1,39%	
Mejorar la calidad de los cultivos y Evitar problemas de salud	1	0,69%	
Mayor rendimiento y Evitar problemas de salud	2	1,39%	
Total	144	100,0%	

Fuente: Encuesta de demanda, **Elaboración:** Autores



14 ¿Compraría usted el compost 100% orgánico que produce la EMAC EP y que vende en sacos de 35kg a un precio de \$4,00 dólares?

Azuay			Cañar		
Compra de Compost	Frecuencia	Porcentaje	Compra de Compost	Frecuencia	Porcentaje
Si	354	90,28%	Si	144	82,76%
No	37	9,72%	No	30	17,24%
Total	391	100,00%	Total	174	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

14.1 Proporción de agricultores que compraría compost, la fracción de los cuales consumen y compran fermentados

Provincia	ni	Si compraría compost		Consumen fermentados		Compra fermentados	
		Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Azuay	391	354	91%	142	36%	58	15%
Cañar	174	144	83%	10	6%	5	3%
Región	565	498	88%	152	27%	63	11%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

14.2 Razón porque no compraría

Azuay			Cañar		
Razones	Frecuencia	Porcentaje	Razones	Frecuencia	Porcentaje
Precio	28	75,68%	Precio	13	43,33%
Produce su propio abono	9	24,32%	Calidad	3	10,00%
Total	37	100,00%	Produce su propio abono	12	40,00%
			Solo utiliza abono químico	2	6,67%
			Total	30	100,00%

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores



14. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un saco de abono 100% orgánico de 35 kg?

Azuay			Cañar		
Precios	Frecuencia	Porcentaje	Precios	Frecuencia	Porcentaje
1	9	2,54%	0,9	1	0,69%
1,2	1	0,28%	1	1	0,69%
1,4	8	2,26%	1,25	8	5,56%
1,5	11	3,11%	1,3	1	0,69%
1,75	3	0,85%	1,5	9	6,25%
2	125	35,31%	2	23	15,97%
2,25	5	1,41%	2,25	1	0,69%
2,4	1	0,28%	2,5	6	4,17%
2,5	43	12,15%	3	20	13,89%
2,7	1	0,28%	4	69	47,92%
2,75	1	0,28%	4,5	1	0,69%
3	76	21,47%	10	1	0,69%
3,25	1	0,28%	Total	144	100,00%
3,5	14	3,95%			
3,75	1	0,28%			
4	53	14,97%			
5	1	0,28%			
Total	354	100,00%			

Fuente: Encuesta de demanda, Elaboración: Autores

15. Estimación del promedio de consumo anual de compost

Inferencia Estadística					
Promedio de consumo de compost (Media muestral)					
Estratos		Agricultores	ni(muestra)	Media compost (kg)	Media sacos (45 kg)
Azuay	N1	37.807	391	1.755	39
Cañar	N2	16.878	174	1.068*	24
	N	54.685	565	1.412	
Promedio de consumo de compost (Media poblacional)					
Media poblacional		1.543,23	Kilogramos de compost usados anualmente		
Varianza poblacional		2.508			

* La media de Cañar se calcula en base al consumo de humus debido al reducido número de agricultores que consumen compost que no permitía establecer un promedio y por ser un sustituto directo.

Anexo 1.13: Resultados de la encuesta de oferta

1. ¿Qué tipo de fertilizantes o abonos comercializa?

Fertilizante	Frecuencia	Proporción
Orgánicos	15	10%
Químicos	58	40%
Ambos	72	50%
Total	145	100%

Fuente: Encuesta de oferta, Elaboración: Autores



1.1 Características del abono orgánico

Nombre comercial	Distribuidor	Marca	Presentación	Medida	Contenido
Abono Azogues	Municipalidad de Azogues	Sin marca	Saco	kg	50
Abono de Chivo	No específico	Sin marca	Saco	kg	23
Abono Orgánico	EMMAICJ EP	Sin marca	Saco	Kg	45
Algasoil	Leilibeiing	Ecuauquímica	Saco	kg	20
Amicote	Solinag	Solinag	Saco	kg	50
Bioabor	Agripac	Agripac	Saco	kg	40
Biocompost	Pronaca, El Huasipungo	La India	Saco	kg	23
Bocashi	Servio Ordóñez	Sin marca	Saco	kg	45
Compost	EMAC EP	BioEMAC	Funda, Saco	kg	3, 15 y 35
Compost	EMMAIPC EP	Sin marca	Saco	kg	45
Ecoabonaza	Pronaca	La India	Saco	Kg	23
El Mashí	La Colina	La Colina	Saco	Kg	50
Fertinaza	Fertisa	Fertisa	Saco	kg	45
Frutex	No específico	No específico	Saco	kg	55
Fuerza Verde	Agrosad	Agrosad	Funda	Kg	2
Gallinaza	No específico	Sin marca	Saco	kg	23
Guanno	Bioalimentar, Innovagro	Bioalimentar	Saco	kg	40
Humiful	La Colina	La Colina	Saco	kg	25
Humiplex	Agripac	Agripac	Saco	kg	23
Humitec	Agrodesa	Agrodesa	Saco	Kg	20
Humus Rancho Alegre	Rancho Alegre	Rancho Alegre	Funda	kg	2
Humus	EMAC EP	BioEMAC	Funda, Saco	kg	3, 15 y 35
Humus	No específico	Sin marca	Saco	kg	33*
Humusolum 2000	Agrosad	Labín	Saco	kg	50
La Muquita	Importadora Alarcón	Agrofeed	Funda	kg	2,5
Maestrosoil	El Agro, Innovagro, Manuchar, Fertisa	No específico	Saco	kg	23
Manofétil	La Colina	Manofertil	Saco	kg	35
Multimix	Leilibeiing	Ecuauquímica	Saco	kg	10
Naturvigor	No específico	Daymsa	Saco	kg	55
Nutrisano	Prefectura de Loja	Sin marca	Saco	kg	40
Compost Pumamaqui	Hacienda Pumamaqui	Pumamaqui	Funda	kg	3
Retardo	Agrosad	Labin	Saco	kg	25
Súper Abono Orgánico	EMURPLAG EP	Sin marca	Saco	kg	45
Tierra Milagrosa	No específico	No específico	Funda, Saco	kg	1,5 y 45
Verde 100	No específico	No específico	Saco	kg	23
Ácido Húmico	Agrosad, Ecuauquímica	Grow more	Botella	L	0,25 y 1
Black Gold	Ecuauquímica	No específico	Botella	L	0,25
Fertiquel	Fertisa	Fertisa	Botella	L	1
Fuerza Verde	Agrosad	Agrosad	Botella	L	0,25
Seaweed Extract	Ecuauquímica	Grow more	Botella	L	1

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores



1.2 Presencia de fertilizantes orgánicos en centros agropecuarios

Nombre	Frecuencia	Porcentaje
Ecoabonaza	45	30%
Fertinaza	11	7%
Biocompost	10	7%
Gallinaza	9	6%
Tierra Milagrosa	7	5%
Bioabor	6	4%
Humus	6	4%
Guano	5	3%
Verde 100	5	3%
Ácidos Húmicos	4	3%
Maestrosoil	4	3%
Abono de Chivo	3	2%
Algasoil	3	2%
El Mashi	3	2%
Fuerza Verde	3	2%
Humusolum 2000	3	2%
Otros	21	14%
Total	148	100%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

1.3 Participación de distribuidores en los locales comerciales

Distribuidor	Frecuencia	Porcentaje
Pronaca	42	38%
Fertisa	11	10%
Agrosad	10	9%
Agripac	8	7%
Innovagro	6	5%
Producción propia	5	5%
Bioalimentar	4	4%
La Colina	4	4%
Leilibejing	4	4%
Ecuaquímica	3	3%
Otros	13	12%
Total	110	100%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

1.4 Participación de la marca en los centros agropecuarios

Marca	Frecuencia	Porcentaje
La India	55	42,0%
Fertisa	11	8,4%
Agripac	8	6,1%
Agrosad	6	4,6%
Bioalimentar	6	4,6%

(Continúa)



Ecuquímica	6	4,6%
Labín	5	3,8%
La Colina	4	3,1%
Agrofeed	2	1,5%
BioEMAC	2	1,5%
Otros	9	6,9%
No tiene	17	13,0%
Total	131	100%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

1.5 Cantidad de fertilizantes líquido orgánico ofertado anualmente total y provincial

Nombre comercial	Ventas (L)	Participación (%)	Azuay (L)	Participación (%)	Cañar (L)	Participación (%)
Ácidos Húmicos	1.290	81,9%	18	40%	1.272	83%
Black Gold	9	0,6%	9	20%	0	0%
Fuerza Verde	36	2,3%	18	40%	18	1%
Fertiquel	240	15,2%	0	0%	240	16%
Total	1.575	100%	45	100%	1.530	100%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores



1.7 Fertilizantes químicos ofertados

Nombre comercial/Composición química	Distribuidor	Marcas	Medida	Contenido
Úrea	Agripac, Agrofeed, Agrosad, Brenntag, Ecuaquimica, El Establo, Familia Tarqui, Fermagri, Fertisa, Huasipungo, Innovagro, Jaime Arevalo, La Colina, Moliar, Quimasa Manuchar, Same distribuidor, Solinag, Solvesa	Agripac, Agrofeed, Brenntag, Ecuaquimica, Fermagri, Fertiquim, Fertisa, Innovagro, La Colina, Quimasa Manuchar, Solvesa, Yaravera	kg	50,00
10-30-10	Agripac, Agrofeed, Agrosad, Brenntag, Del Monte, Ecuaquimica, El Establo, Fermagri, Fertiandino, Fertisa, Huasipungo, Importadora Alarcon, Innovagro, Jaime Arevalo, La Colina, Moliar, Quimasa Manuchar, Same distribuidor, Solinag, Solvesa	Agripac, Agrofeed, Agrosad, Brenntag, Del Monte, Fermagri, Fertiandino, Fertisa, Innovagro, La Colina, Quimasa Manuchar, Solvesa, Yaravera	kg	50,00
18-46-0	Agripac, Agrofeed, Agrosad, Brenntag, El Establo, Fertisa, Huasipungo, Quimasa Manuchar, Same Distribuidor, Solinag, Solvesa	Agripac, Agrofeed, Agrosad, Brenntag, Fertiquim, Fertisa, Quimasa Manuchar, Solvesa, Yara	kg	50,00
Nitrofoska	Agrosad, Eurochem agro, Fertisa	Compo	kg	50,00
Vitafol	Ecuaquimica	Groowmore	kg	0,80
Pasto Sierra	Fermagri, Fertisa, Huasipungo, Solvesa	Brenntag, Fermagri, Fertisa, Huasipungo, Solvesa	kg	50,00
Abonos Miller	Millerchemical	Ecuaquimica	kg	1,00
Fertiforraje	El Establo, Fertisa, Huasipungo, Innovagro	Fertisa	kg	50,00
Innitrasol Pastos	Huasipungo, Solinag	Solinag	kg	50,00
Nitrato de Amonio	Agripac, Fertisa, Quimasa Manuchar	Agripac, Fertisa, Quimasa Manuchar	kg	50,00
Sulfato de Amonio	Agripac, Brenntag, Fertisa, Quimasa Manuchar, Solvesa	Agripac, Brenntag, Fertisa, Quimasa Manuchar, Solvesa	kg	50,00
Agri # 37	Agrofeed, Brenntag	Agrofeed, Brenntag	kg	50,00
D.A:P	Agripac, Fertisa, Quimasa Manuchar	Agripac, Fertisa, Quimasa Manuchar	kg	50,00
15-15-15	Agripac, Agrofeed, Agrosad, Brenntag, Fertisa, Quimasa Manuchar, Same distribución, Solvesa, Yara	Agripac, Agrofeed, Agrosad, Brenntag, Fertisa, Quimasa Manuchar, Solvesa, Yara	kg	50,00
Muriato de Potasio	Agripac, Brenntag, Fertiandino, Fertisa, Quimasa Manuchar, Solvesa	Agripac, Brenntag, Fertiandino, Fertisa, Quimasa Manuchar, Solvesa	kg	50,00
Abono Azul Blaukorn Classic	El agro, El establo, Eurofert, Fertisa, Moliar, Quimasa Manuchar, Solvesa	Compo, Quimasa Manuchar, Solvesa	kg	50,00



Pasto Leche	La Colina	La Colina	kg	50,00
Professional	Agrosad	Agrosad	kg	1,00
Foliasin floración	Agrosad	Agrosad	kg	0,50
Fertisol	Fertisol	Fertisol	kg	1,00
Fertisol	Fertisol	Fertisol	kg	50
Biofer	Agrosad	Agrosad	kg	0,25
Yaramila	Agripac, Brenntag, El Establo, Fertisa, Guasipungo, Innovagro, Quimasa Manuchar	Yara	kg	50,00
Sales Enriquecidas	Same distribuidor	Fertisa, Solvesa	kg	37,50
Fertipapa siembra	Fertisa	Fertisa	kg	50,00
Papa aporque	Fertiandino, Fertisa	Fertiandino, Fertisa	kg	50,00
Kristalón	La Colina	Yara	kg	25,00
Kristalón	Agripac	Yara	kg	1
Ecopapa	La Colina	La Colina	kg	50,00
Librel	Agripac	Basf	kg	0,05
Vital Potosí	Fertisa	Fertisa	kg	50,00
Robusterra	Agripac	Agripac	kg	0,05
Poteros Sierra	Brenntag, Huasipungo, Innovagro	Brenntag, Innovagro	kg	50,00
N.P.K	Agripac, Ecuaquímica, Solinag	Agripac, Ecuaquímica, Solinag	kg	50,00
Sulfato de Potasio	Brenntag, Same distribuidor	Brenntag, Solvesa	kg	50,00
Nitrato de Calcio	Fertisa	Fertisa	kg	25,00
16-16-16	No especifico	No especifico	kg	50,00
Mezclamix	No especifico	No especifico	kg	50,00
Foliares	Fertisa	Fertisa	kg	50,00
Turba**	Quimasa Manuchar	Quimasa Manuchar	kg	50,00
Sembrador	Brenntag	Brenntag	kg	50,00
Tomate Final	Brenntag	Brenntag	kg	50,00
Tomate Desarrollo	Brenntag	Brenntag	kg	50,00
Novatec premium	Eurofert	Moro, Compo	kg	50,00
8-24-8	No especifico	No especifico	kg	37,50
Alfa Potasio	Same distribuidor	Solvesa	kg	25,00
Fertipastos	Fertisa	Agrocolanta	kg	50,00
Griniel	Fertisa	Fertisa	kg	25,00
22-20	Agrofeed	Agrofeed	kg	50,00
19*6*19	Agrofeed	Agrofeed	kg	50,00
Poteros Sur	Agrofeed	Agrofeed	kg	50,00
Roca fosforica	Fertisa	Brenntag	kg	50,00
Grow combi	Growmore	Ecuaquímica	L	0,25
Vitafof	Enfiec	No especifico	L	0,10
Biogreen	Agripac	Albion	L	0,25
Metalosate Potasio	Agripac	Albion	L	0,25

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

1.8 Cantidad de fertilizantes químicos ofertados anualmente y participación de mercado

Nombre comercial	Ventas (Ton)	Participación (%)	Ventas (Ton) Azuay	Participación (%)	Ventas (Ton) Cañar	Participación (%)
Urea	1.320	19,1%	513	12,9%	807	28%
10-30-10	1.930	28,0%	1.171	29,6%	760	26%
18-46-0	710	10,3%	475	12,0%	235	8%
Nitrofoska	18	0,3%	18	0,5%	0	0%
Vitafof	5	0,1%	5	0,1%	0	0%
Pasto Sierra	45	0,7%	36	0,9%	9	0%
Abonos Miller	5	0,1%	5	0,1%	0	0%
Fertiforraje	637	9,2%	517	13,0%	120	4%
Innitrasol Pastos	125	1,8%	107	2,7%	18	1%

(Continúa)



Nitrato de Amonio	147	2,1%	141	3,6%	6	0%
Sulfato de Amonio	401	5,8%	194	4,9%	207	7%
Agri # 37	102	1,5%	60	1,5%	42	1%
D.A:P	96	1,4%	18	0,5%	78	3%
15-15-15	166	2,4%	81	2,0%	85	3%
Muriato de Potasio	139	2,0%	112	2,8%	27	1%
Blaukorn Classic	38	0,6%	29	0,7%	9	0%
Pasto Leche	324	4,7%	18	0,5%	306	10%
Professional	0	0,0%	0	0,0%	0	0%
Foliasin floración	0	0,0%	0	0,0%	0	0%
Fertisol	12	0,2%	0	0,0%	12	0%
Biofer	0	0,0%	0	0,0%	0	0%
Yaramila	112	1,6%	64	1,6%	48	2%
Sales Enriquecidas	8	0,1%	8	0,2%	0	0%
Fertipapa siembra	29	0,4%	1	0,0%	28	1%
Papa aporque	36	0,5%	3	0,1%	33	1%
Kristalón	6	0,1%	0	0,0%	6	0%
Ecopapa	93	1,3%	69	1,7%	24	1%
Librel	0	0,0%	0	0,0%	0	0%
Vital Potosí	12	0,2%	0	0,0%	12	0%
Robusterra	0	0,0%	0	0,0%	0	0%
Potreros Sierra	12	0,2%	12	0,3%	0	0%
N.P.K	125	1,8%	125	3,2%	0	0%
Sulfato de Potacio	75	1,1%	75	1,9%	0	0%
Nitrato de Calcio	2	0,0%	2	0,0%	0	0%
16-16-16	12	0,2%	12	0,3%	0	0%
Mezclamix	2	0,0%	2	0,0%	0	0%
Foliares	30	0,4%	30	0,8%	0	0%
Sembrador	3	0,0%	3	0,1%	0	0%
Tomate Final	3	0,0%	3	0,1%	0	0%
Tomate Desarrollo	3	0,0%	3	0,1%	0	0%
Novatec premium	27	0,4%	27	0,7%	0	0%
8-24-8	9	0,1%	9	0,2%	0	0%
Alfa Potacio	2	0,0%	2	0,0%	0	0%
Fertipastos	9	0,1%	9	0,2%	0	0%
Griniel	3	0,0%	3	0,1%	0	0%
22-20	18	0,3%	0	0,0%	18	1%
19*6*19	6	0,1%	0	0,0%	6	0%
Potreros Sur	36	0,5%	0	0,0%	36	1%
Total	6.893	100%	3.961	100,0%	2.932	100%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores



1.9 Cantidad de fertilizantes químicos líquidos ofertados anualmente y su participación de mercado

Nombre comercial	Ventas	(%)	Ventas (L) Azuay	(%)	Ventas (L) Cañar	(%)
Grow combi	900	78%	900	97%	0	0%
Vitafol	28,8	2%	28,8	3%	0	0%
Biogreen	150	13%	0	0%	150	67%
Metalosate Potasio	75	7%	0	0%	75	33%
Total	1.154	100%	929	100%	225	100%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

1.10 Precio de fertilizantes orgánicos ofertados en el mercado

Nombre comercial	Tipo	Presentación	Precio (kg)
Bocashi	Bocashi	Saco	0,11
Abono Azogues	Compost	Saco	0,08
Biocompost	Compost	Saco	0,18
Compost EMAC	Compost	Saco	0,11
Compost EMMAICJ	Compost	Saco	0,11
Compost EMMAIPC	Compost	Saco	0,13
Eco Abonaza	Compost	Saco	0,16
Guanno	Compost	Saco	0,18
Manofertil	Compost	Saco	0,14
Nutrisano	Compost	Saco	0,21
Súper Abono Orgánico	Compost	Saco	0,09
Verde 100	Compost	Saco	0,12
Compost EMAC	Compost	Funda	0,23
Abono de chivo	Estiércol	Saco	0,12
Fertinaza	Estiércol	Saco	0,13
Gallinaza	Estiércol	Saco	0,03
Humus (sin marca)	Humus	Saco	0,15
Humus EMAC	Humus	Saco	0,24
Humus (Rancho alegre)	Humus	Funda	0,93
Humus EMAC	Humus	Funda	0,60
Tierra milagrosa	No identificado	Saco	0,20
La Muquita	No identificado	Funda	0,60
Tierra milagrosa	No identificado	Funda	1,55
Algasoil	Superiores	Saco	1,45
Amicote	Superiores	Saco	0,50
Bioabor	Superiores	Saco	0,16
El Mashi	Superiores	Saco	0,45
Humiful	Superiores	Saco	1,20
Humiplex	Superiores	Saco	3,48
Humitec	Superiores	Saco	2,50
Humusolum 2000	Superiores	Saco	1,36
Maestrosoil	Superiores	Saco	1,29
Multimix	Superiores	Saco	0,79
Naturvigor	Superiores	Saco	0,47
Retardo	Superiores	Saco	1,41
Fuerza verde	Superiores	Funda	2,00

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores



2. En el año ¿Existen periodos de mayor venta de abono orgánico?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	59	67,82%
No	28	32,18%
Total	87	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

3. Si usted comúnmente vende (cantidad) de abono orgánico (nombre comercial al mes. Aproximadamente ¿En cuántas unidades aumenta la venta de abonos orgánicos en estos meses?

3.1 Meses en los que se incrementa la venta de fertilizante orgánico

Mes	Número de locales	Porcentaje
Enero	7	6,50%
Febrero	4	3,70%
Marzo	5	4,70%
Abril	6	5,60%
Mayo	3	2,80%
Junio	3	2,80%
Julio	2	1,90%
Agosto	8	7,50%
Septiembre	18	16,80%
Octubre	32	29,90%
Noviembre	9	8,40%
Diciembre	10	9,30%
Total	107	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores



3.2 Incremento en venta de fertilizantes anual

Tipo de abono	Ventas mensuales (kg)	Ventas anual (kg)	Incremento anual en ventas (kg)	Incremento (%)	Venta anual (kg)	Número de locales que incrementa sus ventas
Tierra Milagrosa	3.570	42.840	78	0%	42.918	3
Humus	3.309	39.708	100	0%	39.808	1
Eco Abonaza	233.063	2.796.756	36.018	1%	2.832.774	31
Gallinaza	724.500	8.694.000	262.710	3%	8.956.710	8
Verde 100	10.980	131.760	4.186	3%	135.946	5
Biocompost	17.595	211.140	8.510	4%	219.650	4
Fertinaza	21.715	260.580	14.400	6%	274.980	5
Bioabor	4.080	48.960	2.000	4%	50.960	1
Abono de Chivo	3.496	41.952	30.084	72%	72.036	2
Algasoil	1.000	12.000	880	7%	12.880	3
Multimix	200	2.400	100	4%	2.500	1
La Muquita	30	360	38	10%	398	1
Guanno	18.000	216.000	6.880	3%	222.880	3
Maestrosoil	1.104	13.248	736	6%	13.984	4
El Mashí	1.250	15.000	1.500	10%	16.500	2
Bocashi	27.000	324.000	10.125	3%	334.125	2
Turba	115	1.380	23	2%	1.403	1
Humitec	400	4.800	600	13%	5.400	1
Humiplex	460	5.520	690	13%	6.210	1
Amicote	750	9.000	750	8%	9.750	1
Total	1.072.617	12.871.404	380.407		13.251.811	80

Fuente: Encuesta de oferta, Elaboración: Autores

3.3 Cantidad de fertilizantes sólido orgánico ofertado anualmente

Nombre comercial	Ventas (Ton)	Participación (%)	Azuay (Ton)	Participación (%)	Cañar (Ton)	Participación (%)
Tierra Milagrosa	43	0,3%	43	0,3%	0	0,0%
Humus	38	0,3%	33	0,3%	5	0,9%
Humus EMAC*	43	0,3%	43	0,3%	0	0,0%
Ecoabonaza	2.821	20,5%	2.425	18,3%	396	80,4%
Gallinaza	8.951	65,0%	8.951	67,4%	0	0,0%
Verde 100	141	1,0%	141	1,1%	0	0,0%
Retardo	61	0,4%	60	0,5%	1	0,2%
Biocompost	220	1,6%	209	1,6%	12	2,3%
Fertinaza	272	2,0%	260	2,0%	12	2,4%
Bioabor	51	0,4%	48	0,4%	3	0,6%
Abono de Chivo	42	0,3%	42	0,3%	0	0,0%
Algasoil	13	0,1%	13	0,1%	0	0,0%
Multimix	3	0,0%	3	0,0%	0	0,0%
Fuerza Verde	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
La Muquita	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Guanno	223	1,6%	223	1,7%	0	0,0%
Maestrosoil	14	0,1%	14	0,1%	0	0,0%
Humiful	2	0,0%	2	0,0%	0	0,0%
Nutrisano	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%

(Continúa)



El Mashí	20	0,1%	3	0,0%	17	3,3%
Naturvigor	13	0,1%	13	0,1%	0	0,0%
Frutex	13	0,1%	13	0,1%	0	0,0%
Compost EMAC*	201	1,5%	201	1,5%	0	0,0%
Bocashi	334	2,4%	334	2,5%	0	0,0%
Turba	1	0,0%	1	0,0%	0	0,0%
Humitec	5	0,0%	5	0,0%	0	0,0%
Humplex	6	0,0%	6	0,0%	0	0,0%
Humusolum 2000	2	0,0%	1	0,0%	2	0,3%
Super Abono Orgánico**	166	1,2%	166	1,2%	0	0,0%
Compost EMMAICJ***	18	0,1%	18	0,1%	0	0,0%
Compost EMMAIPC****	4	0,0%	0	0,0%	4	0,7%
Abono Azogues*****	34	0,2%	0	0,0%	34	6,9%
Amicote	10	0,1%	0	0,0%	10	2,0%
Total	13.765	100,0%	13.272	100,0%	493	100,0%

Fuente: Encuesta oferta, *Ing. Esteban Moscoso V, supervisor del servicio de compostaje EMURPLAG EP, **Econ. Ligia Gutiérrez, encargada del Departamento de comercialización EMAC EP, ***Ing. Carlos Torres, encargado del relleno sanitación de Azogues, **** Auxiliar presupuestario de ingresos devengado-pagado, EMMAIPC EP, **Elaboración:** Autores

3.4 Cantidad de fertilizantes sólido orgánico fermentado ofertado mensualmente total y provincial

Nombre comercial	Venta/Anual (Ton)	(%)	Azuay (Ton)	(%)	Cañar (Ton)	(%)
Tierra Milagrosa	47	0,9%	47	1,0%	0	0,0%
Humus	42	0,8%	37	0,8%	5	0,9%
Humus EMAC*	61	1,2%	61	1,3%	0	0,0%
Ecoabonaza	3.110	59,4%	2.673	57%	437	80,4%
Verde 100	155	3,0%	155	3,3%	0	0,0%
Retardo	67	1,3%	66	1,4%	1	0,2%
Biocompost	243	4,6%	230	4,9%	13	2,3%
Fertinaza	300	5,7%	287	6,1%	13	2,4%
Bioabor	56	1,1%	53	1,1%	3	0,6%
Algasoil	14	0,3%	14	0,3%	0	0,0%
Multimix	3	0,1%	3	0,1%	0	0,0%
Fuerza Verde	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
La Muquita	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Guanno	246	4,7%	246	5,2%	0	0,0%
Maestrosoil	15	0,3%	15	0,3%	0	0,0%
Humiful	2	0,0%	2	0,0%	0	0,0%
Nutrisano	1	0,0%	1	0,0%	0	0,0%
El Mashí	21	0,4%	3	0,1%	18	3,3%
Naturvigor	15	0,3%	15	0,3%	0	0,0%
Frutex	15	0,3%	15	0,3%	0	0,0%
Compost EMAC*	181	3,5%	181	3,9%	0	0,0%
Bocashi	368	7,0%	368	7,9%	0	0,0%
Turba	2	0,0%	2	0,0%	0	0,0%
Humitec	6	0,1%	6	0,1%	0	0,0%
Humplex	7	0,1%	7	0,1%	0	0,0%
Humusolum 2000	2	0,0%	1	0,0%	2	0,3%
Super Abono Orgánico**	183	3,5%	183	3,9%	0	0,0%
Compost EMMAICJ***	20	0,4%	20	0,4%	0	0,0%

(Continúa)



Compost EMMAIPC*****	4	0,1%	0	0,0%	4	0,7%
Abono Azogues****	37	0,7%	0	0,0%	37	6,9%
Amicote	11	0,2%	0	0,0%	11	2,0%
Total	5.232	100,0%	4.689	100,0%	543	100,0%

Fuente: Encuesta oferta, *Ing. Esteban Moscoso V, supervisor del servicio de compostaje EMURPLAG EP, **Econ. Ligia Gutiérrez, encargada del Departamento de comercialización EMAC EP, ***Ing. Carlos Torres, encargado del relleno sanitación de Azogues, **** Auxiliar presupuestario de ingresos devengado-pagado, EMMAIPC EP, **Elaboración:** Autores

4. Si no comercializa compost ¿Adquiriría compost para su comercialización?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	90	62,07%
No	55	37,93%
Total	145	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autor

5. Si comercializa compost ¿Compraría compost que la EMAC produce a base de residuos sólidos 100% orgánicos?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	7	87,50%
No	1	12,50%
Total	8	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

6. ¿Por qué razón no adquiriría el compost para su comercialización?

Razones	Frecuencia	Porcentaje
Ventas	23	41,82%
Almacenamiento	14	25,45%
No conoce el producto	6	10,91%
Vende solo productos de la empresa	5	9,09%
No comercializa orgánico	4	7,37%
Precio	2	3,64%
Calidad	1	1,82%
Total	55	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

7. Generalmente, ¿En qué presentación vende o le solicitan el abono/s orgánicos?

Presentación	Locales	Porcentaje
Saco	75	80,65%
Arroba	8	8,60%
Libra	10	10,75%
Total	93	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores



8. ¿Cómo obtiene el abono orgánico que usted comercializa?

Obtención	Frecuencia	Porcentaje
Produce	6	6,90%
Proveedor	81	93,10%
Total	87	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, Elaboración: Autores

8.1 Lugar de proveniencia de los principales fertilizantes comercializados

Provincia	Cantón	Tipo de Abono	Lugar de proveniencia	Distribuidor/Proveedor	Locales
	Cuenca	Ecoabonaza	Cuenca	Pronaca/Innovagro	8
			Guayaquil	Pronaca	2
			Portoviejo	Pronaca	1
Azuay	Gualaceo	Ecoabonaza	Cuenca	Fertisa	2
			Balsas	No identificado	1
			Durán	Pronaca	1
	Nabón	Ecoabonaza	Cuenca	Pronaca	2
			Guayaquil	Pronaca	1
			Balsas	No identificado	1
	Paute	Ecoabonaza	Cuenca	Pronaca/El Establo	5
			Guayaquil	Pronaca/Innovagro	3
			Guayaquil	Pronaca	2
	Cañar	Azogues	Ecoabonaza	Guayaquil	Sérvio Ordóñez
Cuenca				No identificado	1
Biblián		Ecoabonaza	Balsas	Producción Propia	1
			Cuenca	Pronaca/Don Vera	2
			Cuenca	Pronaca	3
El Tambo		Ecoabonaza	Guayaquil	Pronaca	5
			Cuenca	Pronaca	2
	Cañar		Huasipungo	2	
Deleg	Ecoabonaza	Bucay	Pronaca	1	
		Cuenca	La Colina	2	
		Bucay	Pronaca	1	
	El Tambo	Ecoabonaza	Cuenca	Pronaca	1
			Cañar	Pronaca	1

Fuente: Encuesta de oferta, Elaboración: Autores



8.2 Canales de distribución

Fertilizante	Canal de distribución			Locales	
	Productor	Mayorista	Detallista		
Ecoabonaza	Productor		Detallista	Consumidor	35
	Productor	Mayorista	Detallista	Consumidor	4
Gallinaza	Productor			Consumidor	3
	Productor		Detallista	Consumidor	6
Verde100	Productor		Detallista	Consumidor	4
	Productor	Mayorista	Detallista	Consumidor	4
Bocashi	Productor		Detallista	Consumidor	2
Biocompost	Productor		Detallista	Consumidor	6
	Productor	Mayorista	Detallista	Consumidor	3
Fertinaza	Productor		Detallista	Consumidor	11
El Mashi	Productor		Detallista	Consumidor	3
Guanno	Productor		Detallista	Consumidor	4
	Productor	Mayorista	Detallista	Consumidor	1
Humusolub 2000	Productor		Detallista	Consumidor	2
Humus	Productor		Detallista	Consumidor	8
Amicote	Productor		Detallista	Consumidor	1
Súper Abono Orgánico	Productor			Consumidor	1
Abono Azogues	Productor			Consumidor	1
Compost EMAC	Productor			Consumidor	1
	Productor		Detallista	Consumidor	1
Compost EMAIPC	Productor			Consumidor	1

Fuente: Encuesta de oferta, Elaboración: Autores

9. ¿Recibe incentivos de su proveedor/es?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	41	47,13%
No	46	52,87%
Total	87	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, Elaboración: Autores

9.1 Incentivos que recibe del proveedor

Incentivos	Frecuencia	Porcentaje
Promoción	21	30,40%
Descuentos	31	44,90%
Crédito	17	24,60%
Total	69	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, Elaboración: Autores



10. ¿De qué forma comercializa el abono orgánico?

Forma	Frecuencia	Porcentaje
Distribuye a establecimientos agropecuarios	22	19,30%
Venta directa a productores agropecuarios	87	76,30%
Otro	5	4,40%
Total	114	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

11. ¿Bajo qué modalidad vende el abono orgánico?

Modalidad	Frecuencia	Porcentaje
Contado	87	73,70%
Crédito	29	24,60%
Cheque	2	1,70%
Total	118	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

12. ¿Cómo conoce de la oferta que existe de abonos orgánicos?

Modalidad	Frecuencia	Porcentaje
Agentes vendedores	60	65,90%
Internet	3	3,30%
A través del cliente	3	3,30%
Otro	21	23,10%
Ningún medio	4	4,40%
Total	91	100,00%

Fuente: Encuesta de oferta, **Elaboración:** Autores

Anexo 2: Evaluación Financiera

Anexo 2.1: Actualización de la inversión

Para actualizar la inversión primero se ha identificado los monomios que serán utilizados en la fórmula polinómica. Una vez establecidos, se identifica en el IPCO los principales materiales de construcción utilizados en la expansión de la planta y se los proyecta hasta enero del año 2022; dichos índices se proyectan mediante el uso de modelos ARIMA e información publicada por el INEC referente al IPCO, comprendida entre enero del 2005 a enero del 2019. Por otro lado, para determinar el costo de la mano de obra en el año de inversión se usa la tasa de variación promedio anual publicada por la Contraloría General del Estado del periodo 2015 al 2019. Dicha información se presenta a continuación.



Anexo 2.1.1: Información utilizada en la actualización de la inversión

Término	Descripción
B	Mano de Obra
D	Cemento Portland - Tipo I – Sacos
E	Equipo y maquinaria de Construcción Vial
F	Perfiles Estructurales de acero
G	Productos Geo sintéticos
H	Acero en barras
I	Materiales Pétreos (Azuay)
J	Perfiles de aluminio
L	Revestimiento plástico-laminas y planchas de recubrimiento
M	Madera aserrada cepillada y/o escuadrada
X	índice de precios al consumidor urbano –cuenca
Y	Medidores y contadores de agua

Fuente: EMAC EP, **Elaboración:** Autores

**Mano de Obra**

SALARIOS MINIMOS POR LEY-COSTO HORARIO											
	B-402	B-403	B-404	B-405	B-413	B-421	B-423	B-424	B-425	B-427	B-432
Año	Estructura Ocupacional										
	E2	D2	C1	E C2	B3	Topografía	C1(grupo I)	C2 (grupo II)	Mecánicos	Choferes profesionales	Categoría I (E2)
2015	3,18	3,22	3,57	3,39	3,57	3,57	3,57	3,39	3,57	4,67	3,18
2016	3,26	3,30	3,66	3,48	3,66	3,66	3,66	3,48	3,66	4,79	3,26
2017	3,41	3,45	3,82	3,64	3,83	3,82	3,82	3,64	3,82	5,00	3,41
2018	3,51	3,55	3,93	3,74	3,94	3,93	3,93	3,74	3,93	5,15	3,51
2019	3,58	3,62	4,01	3,82	4,03	4,01	4,01	3,82	4,01	5,26	3,58

Fuente: Contraloría General del Estado, **Elaboración:** Autores

**Índice de Precios a la Construcción**

Año	D	E	F	G	H	I	J	L	M	X	Y
ene-05	119,32	105,41	200,99	103,03	197,22	235,00	128,50	138,17	274,43	68,33	103,53
feb-05	119,32	106,32	200,99	103,03	197,22	235,00	128,50	138,17	274,50	68,71	105,73
mar-05	119,32	106,64	200,99	103,03	197,22	238,46	128,50	138,17	274,50	68,87	105,98
abr-05	119,32	107,48	229,36	103,03	197,22	243,01	130,30	138,17	274,50	69,28	105,90
may-05	119,32	107,55	220,49	103,03	197,22	243,01	132,66	138,49	275,00	69,29	104,84
jun-05	119,60	109,88	210,68	103,03	194,07	243,01	132,66	143,87	273,93	69,23	105,41
jul-05	119,74	109,43	185,16	103,03	192,38	244,72	132,66	144,61	273,93	68,81	105,32
ago-05	119,74	109,94	191,05	103,03	192,38	244,72	132,66	144,61	273,93	69,16	105,32
sep-05	120,03	110,27	187,12	103,03	192,38	244,72	132,66	154,08	273,93	69,43	105,32
oct-05	120,47	110,14	209,91	103,03	192,38	244,72	129,39	161,19	274,79	69,55	105,41
nov-05	120,53	110,40	209,77	103,03	192,38	244,72	129,39	161,19	274,79	69,87	104,92
dic-05	120,69	110,66	209,77	103,03	192,38	250,20	129,39	161,19	274,79	70,00	105,24
ene-06	122,14	110,72	219,58	103,03	192,38	250,20	136,76	138,17	274,79	70,41	105,24
feb-06	122,47	112,02	229,40	103,03	192,38	251,96	145,03	138,17	278,12	70,68	105,24
mar-06	122,47	113,57	236,36	103,03	192,38	251,96	151,55	138,17	278,20	71,09	106,14
abr-06	122,47	113,76	239,21	103,03	192,38	251,96	147,63	138,17	278,72	71,19	106,06
may-06	129,64	113,44	239,21	103,03	192,38	251,96	146,50	138,49	279,26	71,15	106,06
jun-06	131,90	113,63	239,21	103,03	192,38	255,31	148,52	143,87	279,77	71,02	106,06
jul-06	131,90	113,76	239,21	103,03	192,38	258,12	151,95	144,61	280,63	70,98	105,98
ago-06	131,90	113,76	242,77	103,03	192,38	258,12	152,80	144,61	282,07	71,14	106,79
sep-06	131,90	113,63	243,15	103,03	193,96	258,12	152,80	154,08	283,61	71,23	106,95
oct-06	131,90	113,96	242,96	103,03	202,01	258,12	152,84	161,19	284,62	71,40	108,50
nov-06	133,50	114,28	233,06	103,03	202,01	265,00	152,84	161,19	286,33	71,53	107,85
dic-06	134,53	114,28	225,62	103,03	202,01	265,00	152,84	161,19	286,33	71,56	107,85
ene-07	134,53	114,28	214,82	103,03	202,01	268,27	155,22	161,62	287,42	71,70	109,24
feb-07	134,53	115,06	213,16	103,03	207,24	268,27	157,17	163,41	287,64	71,90	110,54
mar-07	134,53	115,71	222,02	103,03	216,14	271,31	157,17	166,31	287,64	72,02	110,38
abr-07	134,53	115,90	222,02	103,03	223,61	272,32	157,72	168,15	292,43	71,85	110,29
may-07	134,53	115,84	222,52	103,03	226,32	272,32	157,72	169,57	292,43	71,95	110,29
jun-07	134,53	115,97	223,06	103,03	226,32	272,32	157,72	170,13	292,44	72,24	110,21
jul-07	134,53	116,22	223,06	103,03	226,32	272,32	157,72	170,13	292,88	72,54	110,21
ago-07	134,53	116,48	222,57	103,03	226,32	271,42	157,72	170,13	296,83	72,79	110,29
sep-07	134,53	116,55	222,57	103,03	226,32	271,42	157,72	170,13	297,58	73,50	110,29
oct-07	134,53	116,42	223,89	103,03	226,32	271,92	157,72	170,13	297,58	73,82	110,78

(Continúa)



nov-07	134,53	117,12	237,72	103,03	226,32	275,65	157,72	170,13	301,47	74,23	110,78
dic-07	134,03	117,49	237,72	103,03	226,32	275,65	157,72	170,13	301,47	74,57	110,78
ene-08	133,11	117,49	258,79	103,03	236,29	275,65	157,72	171,01	305,46	75,13	111,11
feb-08	133,11	118,01	272,50	120,93	254,71	275,65	159,90	178,42	309,76	75,50	112,90
mar-08	133,11	118,53	279,11	120,93	272,00	271,82	160,36	179,31	311,64	76,25	112,74
abr-08	133,11	118,98	338,76	120,93	317,81	271,22	165,00	210,84	311,64	76,90	112,00
may-08	133,11	119,05	361,54	128,10	343,91	271,22	166,40	211,47	316,46	78,27	111,60
jun-08	133,54	119,25	383,63	128,10	383,74	270,67	166,70	216,70	320,11	78,73	111,76
jul-08	135,74	119,90	397,02	128,10	402,68	271,31	167,83	219,69	319,44	79,60	112,17
ago-08	135,74	120,42	397,13	128,10	410,29	275,79	169,19	227,63	338,20	79,50	113,72
sep-08	136,13	120,94	387,83	128,10	398,26	275,79	169,19	222,90	351,65	80,49	113,80
oct-08	137,33	121,52	367,38	128,10	382,53	275,79	169,19	222,90	355,23	80,32	113,23
nov-08	137,97	122,17	315,20	128,10	348,13	275,79	169,19	224,08	355,23	80,26	113,72
dic-08	138,26	123,47	247,04	128,10	309,87	275,79	169,19	205,13	358,57	80,69	114,12
ene-09	138,57	123,73	225,12	128,10	309,87	266,99	169,19	197,89	360,03	81,08	114,53
feb-09	138,58	124,19	214,83	128,10	294,95	266,99	165,26	196,50	364,89	81,60	114,94
mar-09	138,58	124,51	202,44	128,10	294,39	266,99	163,69	196,50	367,18	82,30	115,83
abr-09	138,61	125,03	193,62	128,10	294,39	263,20	163,69	196,50	359,61	82,53	115,83
may-09	139,50	124,45	183,98	128,10	294,39	263,20	163,69	196,50	359,61	82,75	116,08
jun-09	142,27	124,25	191,53	128,10	294,39	258,97	163,69	190,82	359,61	82,59	116,16
jul-09	142,30	124,58	206,73	128,10	286,39	258,97	163,69	192,74	359,81	82,56	116,16
ago-09	142,30	124,77	229,90	128,10	281,33	260,81	163,69	193,32	361,39	82,53	116,24
sep-09	142,30	124,06	234,49	128,10	281,33	262,83	163,69	188,58	367,26	82,96	116,32
oct-09	142,30	123,60	230,87	128,10	281,33	263,28	163,69	193,32	379,12	83,15	116,65
nov-09	142,30	123,21	230,87	128,10	281,33	263,28	163,69	193,32	379,12	83,52	116,57
dic-09	142,62	124,12	230,87	128,10	281,33	262,20	163,69	193,32	379,36	83,18	116,57
ene-10	143,19	124,38	234,27	128,10	281,33	261,49	163,69	193,32	379,47	83,45	116,57
feb-10	143,28	124,25	256,39	128,10	281,33	258,64	166,86	193,32	379,96	83,70	117,14
mar-10	143,28	123,99	260,58	128,10	281,33	256,17	166,97	201,61	383,57	83,70	118,52
abr-10	143,28	124,06	284,87	128,10	281,33	253,29	166,97	203,97	388,39	84,29	118,36
may-10	143,28	124,45	290,78	128,10	281,33	254,18	166,97	196,87	390,48	84,48	117,63
jun-10	143,28	124,06	281,84	128,10	281,33	254,49	166,97	192,17	394,60	84,65	117,63
jul-10	143,28	124,19	280,69	128,10	281,33	259,36	166,97	192,17	394,40	84,70	117,54
ago-10	144,36	124,12	273,09	128,10	281,33	275,34	166,97	192,17	395,45	84,81	117,63
sep-10	144,66	124,51	271,98	128,10	281,33	278,76	166,97	192,17	396,88	85,99	117,63
oct-10	144,16	124,97	274,42	128,10	273,47	279,42	166,97	192,17	400,43	86,19	117,63
nov-10	144,16	124,90	274,13	128,10	272,63	292,11	166,97	192,17	398,71	86,21	117,63

(Continúa)



dic-10	144,27	124,45	289,57	128,10	272,63	292,11	166,97	192,17	398,80	86,46	117,54
ene-11	145,24	125,29	303,87	128,10	272,63	292,11	160,96	196,76	401,07	87,02	117,54
feb-11	145,24	126,46	320,09	128,10	293,35	292,11	160,76	206,60	402,56	87,42	119,42
mar-11	147,18	126,72	312,77	128,10	295,84	299,32	160,76	206,71	403,57	87,90	119,42
abr-11	147,13	127,24	307,19	128,10	295,84	299,55	160,76	206,71	404,35	88,07	119,50
may-11	147,2	127,11	298,12	128,10	295,84	299,55	163,75	206,71	406,34	88,31	120,31
jun-11	147,2	127,50	294,12	128,10	308,02	305,19	163,96	206,71	411,59	88,35	120,15
jul-11	148,98	128,09	290,40	128,10	313,24	305,19	163,96	197,23	422,56	88,37	120,15
ago-11	152,16	129,00	279,24	128,10	313,24	305,19	163,96	197,23	426,77	88,59	120,56
sep-11	152,16	129,26	275,52	128,10	313,24	305,19	163,96	197,23	429,62	89,42	120,56
oct-11	152,16	129,91	263,97	128,10	313,24	311,51	163,96	197,23	430,54	90,12	121,86
nov-11	152,16	129,91	259,76	128,10	313,24	311,51	163,96	197,23	432,69	89,90	121,86
dic-11	152,76	129,97	259,76	128,10	313,24	311,51	163,96	197,23	433,12	90,21	122,68
ene-12	154,71	130,62	281,39	128,10	313,24	311,51	165,64	197,23	439,28	91,03	122,68
feb-12	154,71	131,86	284,13	128,10	313,24	314,01	167,22	197,23	450,58	91,81	123,33
mar-12	154,71	132,38	276,69	128,10	313,24	321,81	167,22	197,23	456,30	92,28	124,71
abr-12	154,71	132,57	270,85	128,10	313,24	329,71	167,22	197,23	457,07	91,93	126,26
may-12	154,71	132,96	268,03	128,10	313,24	328,95	167,22	197,23	463,38	91,67	126,26
jun-12	154,83	133,22	259,90	128,10	313,24	327,54	167,22	197,23	464,81	91,65	126,59
jul-12	154,83	133,68	254,37	128,10	313,24	325,33	167,22	194,87	466,18	91,95	126,67
ago-12	154,83	133,94	253,05	128,10	313,24	325,33	167,22	194,87	467,53	92,17	126,91
sep-12	155,14	133,87	248,69	128,10	313,24	325,33	167,22	194,87	468,80	93,51	126,83
oct-12	156,15	133,55	249,45	128,10	313,24	323,80	167,22	194,87	472,19	93,52	126,83
nov-12	156,42	134,20	249,45	128,10	313,24	319,87	167,22	194,87	472,65	93,73	126,83
dic-12	156,42	135,31	249,45	128,10	313,24	319,87	167,22	194,87	472,65	93,75	126,99
ene-13	156,42	130,06	249,45	128,10	313,24	320,67	170,13	194,87	477,68	93,82	116,28
feb-13	158,24	131,00	249,45	128,10	313,24	324,31	175,42	188,32	483,22	94,01	117,70
mar-13	159,23	131,25	249,45	128,10	313,24	324,31	175,42	188,32	487,62	94,76	117,77
abr-13	159,23	130,87	249,45	128,10	301,67	323,75	175,42	188,32	489,37	94,77	118,44
may-13	159,23	131,18	249,45	128,10	296,71	323,42	175,42	188,32	487,95	94,95	119,41
jun-13	159,23	131,37	249,45	128,10	296,71	322,72	175,42	180,62	487,85	95,03	120,09
jul-13	159,23	131,31	249,45	128,10	296,71	322,18	175,42	173,79	498,52	95,35	120,01
ago-13	159,23	131,62	244,41	128,10	296,71	321,76	175,42	173,79	497,79	94,96	120,01
sep-13	159,23	131,62	241,37	128,10	296,71	321,76	175,42	173,79	497,79	96,55	120,01
oct-13	159,23	131,68	239,60	128,10	296,71	321,06	175,42	173,79	497,79	97,20	120,01
nov-13	159,23	131,81	240,49	128,10	296,71	320,04	175,42	173,79	497,79	97,43	120,01
dic-13	159,23	131,56	240,49	128,10	296,71	319,75	175,42	173,79	497,79	96,99	120,01

(Continúa)



ene-14	159,48	131,68	235,33	128,10	296,71	319,75	175,42	170,47	498,51	97,64	120,01
feb-14	161,29	134,75	230,38	128,10	293,75	319,75	175,42	167,43	499,45	97,86	121,20
mar-14	161,52	137,92	230,38	128,10	293,75	319,75	175,42	162,37	499,45	98,08	121,43
abr-14	161,52	138,43	229,46	128,10	293,75	319,75	175,42	163,61	502,60	98,70	121,65
may-14	161,52	138,43	229,00	128,10	293,75	319,75	175,42	149,15	504,87	98,52	122,25
jun-14	163,69	138,37	228,34	128,10	294,49	319,75	175,42	149,15	504,87	98,71	122,25
jul-14	164,34	138,82	225,58	128,10	294,49	319,75	175,42	150,38	505,25	99,18	122,70
ago-14	164,34	138,69	222,88	128,10	294,49	320,62	175,42	150,47	505,25	99,24	123,22
sep-14	164,34	138,69	223,07	128,10	294,49	311,13	175,42	149,95	512,53	99,80	123,22
oct-14	164,34	139,02	223,98	128,10	294,49	314,93	175,42	147,34	512,53	99,92	123,22
nov-14	164,34	139,15	229,61	128,10	294,49	314,93	175,42	247,34	512,53	100,32	123,52
dic-14	164,34	139,41	253,71	128,10	294,49	314,93	175,42	347,34	512,53	100,46	134,44
ene-15	164,34	142,36	254,51	128,10	294,49	314,93	175,42	147,34	512,53	101,50	123,44
feb-15	164,34	144,87	253,21	128,10	294,49	314,93	175,42	147,34	512,53	101,94	126,35
mar-15	164,34	179,63	232,10	128,10	294,49	318,78	175,42	147,34	516,79	102,29	137,79
abr-15	164,34	196,25	223,25	128,10	294,49	322,22	175,42	147,34	519,97	102,83	143,41
may-15	164,34	196,52	221,45	128,10	292,68	321,45	175,42	147,34	519,97	103,10	143,50
jun-15	164,34	196,52	197,43	128,10	291,19	320,17	175,42	147,34	519,64	103,29	143,75
jul-15	164,34	196,52	197,38	128,10	291,19	319,57	175,42	147,34	520,45	103,57	143,75
ago-15	164,34	196,98	196,57	128,10	290,57	319,57	175,42	147,34	521,43	103,83	143,84
sep-15	164,34	196,98	188,05	128,10	290,45	319,57	175,42	147,34	519,31	103,65	143,92
oct-15	164,34	196,98	186,72	128,10	277,23	319,57	175,42	144,53	517,29	103,92	143,92
nov-15	165,14	196,98	186,17	128,10	277,23	319,57	175,42	144,33	516,90	104,12	144,09
dic-15	168,80	196,98	184,88	128,10	277,23	319,57	175,42	144,33	516,91	104,77	144,09
ene-16	169,10	196,79	184,95	128,10	273,92	321,58	175,42	144,33	513,95	104,92	144,09
feb-16	169,10	192,16	185,87	128,10	273,92	321,79	175,42	144,33	513,95	104,75	145,62
mar-16	169,10	192,16	183,35	128,10	273,92	321,79	175,42	142,43	510,31	105,24	146,04
abr-16	169,10	192,59	179,06	128,10	226,29	321,79	175,42	137,93	511,02	105,14	146,04
may-16	169,10	192,46	195,24	128,10	226,28	321,79	175,42	143,46	517,46	105,44	145,96
jun-16	169,64	192,63	197,45	128,10	229,58	330,07	175,42	145,72	517,04	105,43	146,13
ago-16	169,64	192,72	197,71	128,10	217,47	330,07	175,42	145,72	512,68	105,27	146,38
sep-16	169,64	192,72	188,70	128,10	217,47	330,07	175,42	145,72	512,68	106,25	147,06
oct-16	169,64	191,54	198,28	128,10	205,21	330,07	175,42	145,72	512,68	106,23	147,06
nov-16	169,64	187,11	206,12	128,10	205,21	330,07	175,42	145,72	512,68	105,85	147,74
dic-16	169,64	187,54	215,51	128,10	223,60	330,07	175,42	145,72	512,68	105,88	147,91
ene-17	169,64	187,37	220,13	128,10	226,89	330,07	175,42	145,72	513,32	106,32	148,00
feb-17	172,11	188,05	224,79	128,10	230,18	330,07	175,42	145,72	515,00	106,48	149,10

(Continúa)



mar-17	172,83	188,14	231,54	128,10	230,18	330,07	175,42	145,72	513,87	106,58	149,01
abr-17	172,83	175,89	232,89	128,10	233,46	326,32	179,36	145,72	512,84	106,58	142,98
may-17	172,92	161,27	232,25	128,10	233,46	326,32	181,04	145,72	512,84	106,82	137,57
jun-17	171,85	147,54	217,26	128,10	231,86	321,25	181,04	145,72	511,74	106,52	131,51
jul-17	171,85	147,48	211,45	128,10	228,80	320,64	181,04	145,72	511,74	106,28	131,51
ago-17	171,85	147,61	211,03	128,10	236,36	320,64	181,04	145,72	511,74	105,88	132,56
sep-17	171,85	147,61	219,66	128,10	242,76	320,64	181,04	145,72	511,85	105,96	132,48
oct-17	171,85	147,68	220,90	128,10	244,29	320,64	181,04	145,72	511,85	105,88	132,56
nov-17	171,85	147,81	232,92	128,10	248,89	320,64	182,63	145,72	511,71	105,95	132,56
dic-17	171,85	147,88	241,20	128,10	250,42	320,64	185,39	145,72	511,82	105,70	132,56
ene-18	171,85	145,46	243,11	128,10	250,42	320,64	185,39	145,72	510,21	106,23	134,33
feb-18	171,85	145,78	248,10	128,10	250,42	320,64	187,95	145,72	512,00	106,42	134,09
may-18	171,85	146,61	255,97	128,10	247,36	320,64	188,37	145,72	511,02	105,88	135,76
jun-18	171,85	146,62	256,21	128,10	247,36	320,64	188,37	145,72	504,12	105,50	135,34
jul-18	171,85	146,68	256,63	128,10	247,36	313,78	188,37	145,72	504,13	105,70	137,03
ago-18	171,85	147,81	256,63	128,10	246,12	313,78	188,37	145,72	504,14	106,26	137,10
sep-18	171,85	148,08	256,63	128,10	247,22	313,78	188,37	145,72	504,15	105,89	137,25
oct-18	171,85	148,21	256,71	128,10	248,76	313,78	188,37	145,72	504,16	106,20	137,25
nov-18	171,85	148,28	256,80	128,10	248,76	313,78	188,37	145,72	504,17	106,12	138,59
dic-18	171,85	152,89	256,80	128,10	248,76	313,78	188,37	145,72	504,18	106,41	137,40
ene-19	171,85	154,36	256,65	128,10	251,11	313,78	188,38	145,72	498,29	107,02	139,79

Fuente: (INEC, 2019), Elaboración: Autores

**Anexo 2.1.2: Modelos ARIMA estimados****Modelo ARIMA para Cemento Portland-Tipo I**

Dependent Variable: DLOG(CEMENTO_PORTLAND)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 06/01/19 Time: 20:54
 Sample: 2005M02 2019M01
 Included observations: 168
 Convergence not achieved after 500 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DUMMY_C_P	0.028391	0.000995	28.53808	0.0000
AR(1)	-0.487961	0.062453	-7.813242	0.0000
AR(2)	0.705643	0.047327	14.90987	0.0000
AR(3)	0.764823	0.077056	9.925568	0.0000
MA(1)	0.710737	0.321476	2.210855	0.0285
MA(2)	-0.612642	0.098490	-6.220325	0.0000
MA(3)	-0.959750	0.379076	-2.531813	0.0123
SIGMASQ	1.85E-05	7.42E-06	2.500433	0.0134
R-squared	0.514993	Mean dependent var		0.002172
Adjusted R-squared	0.493774	S.D. dependent var		0.006201
S.E. of regression	0.004412	Akaike info criterion		-7.930378
Sum squared resid	0.003115	Schwarz criterion		-7.781618
Log likelihood	674.1518	Hannan-Quinn criter.		-7.870004
Durbin-Watson stat	1.914424			

Fuente: Eviews 11, **Elaboración:** Autores

El modelo resultante es un arima en primeras diferencias, volviéndose de esta manera una serie estacionaria y significativa.

Modelo ARIMA para Equipo y Maquinaria de Construcción Vial

Dependent Variable: D(EQUIPO_Y_MAQUINARIA)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 05/08/19 Time: 16:48
 Sample: 2005M02 2019M01
 Included observations: 168
 Convergence achieved after 26 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.303499	0.100180	3.029547	0.0028



MA(1)	0.245948	0.117775	2.088287	0.0383
SIGMASQ	9.827277	0.191392	51.34641	0.0000
R-squared	0.247022	Mean dependent var		0.291369
Adjusted R-squared	0.237895	S.D. dependent var		3.623446
S.E. of regression	3.163219	Akaike info criterion		5.160557
Sum squared resid	1650.983	Schwarz criterion		5.216342
Log likelihood	-430.4868	Hannan-Quinn criter.		5.183197
Durbin-Watson stat	1.990789			

Fuente: Eviews 11, Elaboración: Autores

El modelo resultante es un ar(1) ma(1) significativo y estacionario en primeras diferencias.

Modelo ARIMA para Perfiles Estructurales de Acero

Dependent Variable: LOG(PERFILES_ESTRUCTURALES)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 06/01/19 Time: 15:20
 Sample: 2005M01 2019M01
 Included observations: 169

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	2.063857	0.001049	1968.047	0.0000
AR(2)	-0.921766	0.003181	-289.7927	0.0000
AR(3)	-0.452521	0.001990	-227.3622	0.0000
AR(4)	0.310429	0.000592	524.1942	0.0000
MA(1)	-0.727929	0.072327	-10.06448	0.0000
MA(2)	-0.228873	0.063410	-3.609420	0.0004
SIGMASQ	0.001596	0.000105	15.23561	0.0000
R-squared	0.935262	Mean dependent var		5.478412
Adjusted R-squared	0.932864	S.D. dependent var		0.157490
S.E. of regression	0.040807	Akaike info criterion		-3.455372
Sum squared resid	0.269759	Schwarz criterion		-3.325731
Log likelihood	298.9789	Hannan-Quinn criter.		-3.402761
Durbin-Watson stat	1.998075			

Fuente: Eviews 11, Elaboración: Autores

El modelo resultante es un arma en niveles, con la variable dependiente en logaritmos.

Modelo ARIMA Productos Geosintéticos: No es posible estimarlo debido a que no presenta variaciones, lo que provoca un mal ajuste del modelo.

Modelo ARIMA para Acero en Barras



Dependent Variable: D(ACERO_EN_BARRRAS)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 05/08/19 Time: 15:37
 Sample: 2005M02 2019M01
 Included observations: 168
 Convergence achieved after 50 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	1.545101	0.090500	17.07296	0.0000
AR(2)	-0.747186	0.073433	-10.17503	0.0000
MA(1)	-1.147218	0.108147	-10.60798	0.0000
MA(2)	0.500583	0.089906	5.567867	0.0000
SIGMASQ	52.80009	2.028036	26.03508	0.0000
R-squared	0.328569	Mean dependent var	0.320774	
Adjusted R-squared	0.312093	S.D. dependent var	8.894329	
S.E. of regression	7.376973	Akaike info criterion	6.867507	
Sum squared resid	8870.415	Schwarz criterion	6.960483	
Log likelihood	-571.8706	Hannan-Quinn criter.	6.905241	
Durbin-Watson stat	1.993719			

Fuente: Eviews 11, Elaboración: Autores

Para este material el modelo resultante es un ar(1) ar(2) ma(1) ma(2) significativo y estacionario en primeras diferencias.

Modelo ARIMA para Materiales Pétreos

Dependent Variable: D(MATERIALES_PETREOS)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 06/01/19 Time: 16:16
 Sample: 2005M02 2019M01
 Included observations: 168
 Convergence achieved after 31 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients



Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DUMMY_M_P	3.233834	0.354961	9.110399	0.0000
AR(1)	0.558804	0.210258	2.657710	0.0087
AR(3)	-0.483589	0.142444	-3.394943	0.0009
MA(1)	-0.455849	0.200524	-2.273287	0.0243
MA(3)	0.632941	0.132548	4.775192	0.0000
SIGMASQ	7.072533	0.482719	14.65145	0.0000
R-squared	0.122734	Mean dependent var		0.468929
Adjusted R-squared	0.095658	S.D. dependent var		2.847857
S.E. of regression	2.708224	Akaike info criterion		4.867955
Sum squared resid	1188.186	Schwarz criterion		4.979525
Log likelihood	-402.9082	Hannan-Quinn criter.		4.913235
Durbin-Watson stat	1.969403			

Fuente: Eviews 11, **Elaboración:** Autores

Materiales pétreos posee un modelo arima en primeras diferencias, con una dummy que permite capturar las fluctuaciones abruptas en los precios.

Modelo ARIMA para Perfiles de Aluminio

Dependent Variable: D(PERFILES_ALUMINIO)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 06/01/19 Time: 15:44
 Sample: 2005M02 2019M01
 Included observations: 168
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 45 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.843333	0.002576	327.3588	0.0000
AR(3)	0.156628	0.000342	458.1072	0.0000
MA(1)	-0.429166	0.053442	-8.030472	0.0000
MA(2)	-0.239979	0.060686	-3.954427	0.0001
MA(3)	-0.328534	0.066477	-4.942028	0.0000
SIGMASQ	1.960641	0.108405	18.08622	0.0000
R-squared	0.151369	Mean dependent var		0.356429
Adjusted R-squared	0.125176	S.D. dependent var		1.524530
S.E. of regression	1.425923	Akaike info criterion		3.592531
Sum squared resid	329.3876	Schwarz criterion		3.704101
Log likelihood	-295.7726	Hannan-Quinn criter.		3.637811
Durbin-Watson stat	2.005883			

Fuente: Eviews 11, **Elaboración:** Autores

El modelo arima para este rubro se ajusta bien en primeras diferencias.

Modelo ARIMA para Plásticos-Láminas y Planchas de Recubrimiento



Dependent Variable: D(LAMINAS_Y_PLANCHAS)

Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)

Date: 05/08/19 Time: 16:14

Sample: 2005M02 2019M01

Included observations: 168

Convergence achieved after 314 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.349984	0.022932	-15.26212	0.0000
AR(2)	0.217759	0.098924	2.201280	0.0291
MA(2)	-0.667042	0.139464	-4.782883	0.0000
SIGMASQ	302.9725	15.23582	19.88554	0.0000
R-squared	0.197134	Mean dependent var		0.044940
Adjusted R-squared	0.182447	S.D. dependent var		19.48393
S.E. of regression	17.61710	Akaike info criterion		8.602905
Sum squared resid	50899.38	Schwarz criterion		8.677286
Log likelihood	-718.6441	Hannan-Quinn criter.		8.633092
Durbin-Watson stat	1.961584			

Fuente: Eviews 11, Elaboración: Autores

El anterior modelo arima, significativo y estacionario en primeras diferencias.

Modelo ARIMA para Madera Aserrada Cepillada y/o Escuadrada

Dependent Variable: D(MADERA_ASERRADA,2)

Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)

Date: 06/01/19 Time: 20:08

Sample: 2005M03 2019M01

Included observations: 167

Convergence not achieved after 500 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.115646	0.069610	-1.661344	0.0986
AR(2)	-1.006816	0.105126	-9.577197	0.0000
AR(3)	0.192355	0.088479	2.174012	0.0312
AR(4)	-0.233319	0.089191	-2.615951	0.0098
MA(1)	-0.541023	0.062347	-8.677625	0.0000
MA(2)	0.657864	0.144063	4.566514	0.0000
MA(3)	-0.901116	0.149186	-6.040237	0.0000
SIGMASQ	7.768248	1.079680	7.194953	0.0000



R-squared	0.421311	Mean dependent var	-0.035689
Adjusted R-squared	0.395834	S.D. dependent var	3.674879
S.E. of regression	2.856414	Akaike info criterion	5.014563
Sum squared resid	1297.297	Schwarz criterion	5.163928
Log likelihood	-410.7160	Hannan-Quinn criter.	5.075187
Durbin-Watson stat	1.973704		

Fuente: Eviews 11, Elaboración: Autores

Este es un modelo arima, significativo y estacionario en segundas diferencias.

Modelo ARIMA para Índice de Precios al Consumidor Urbano-Cuenca

Dependent Variable: DLOG(IPC)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 06/01/19 Time: 22:10
 Sample: 2005M02 2019M01
 Included observations: 168
 Convergence achieved after 23 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DUMMY_IPC	0.009689	0.001119	8.656410	0.0000
AR(1)	0.107566	0.049590	2.169126	0.0315
AR(2)	0.098206	0.058830	1.669325	0.0970
AR(4)	0.772865	0.087529	8.829804	0.0000
MA(4)	-0.733422	0.091151	-8.046242	0.0000
SIGMASQ	9.88E-06	1.22E-06	8.101703	0.0000

R-squared	0.373669	Mean dependent var	0.002671
Adjusted R-squared	0.354337	S.D. dependent var	0.003984
S.E. of regression	0.003202	Akaike info criterion	-8.607153
Sum squared resid	0.001660	Schwarz criterion	-8.495583
Log likelihood	729.0008	Hannan-Quinn criter.	-8.561872
Durbin-Watson stat	1.957250		

Fuente: Eviews 11, Elaboración: Autores

El modelo es un modelo arima significativo y estacionarios en primeras diferencias, con la particularidad que se le incluyó una variable dummy para captar los quiebres estructurales que existen en la serie por las fluctuaciones que ha experimentado la economía.

**Modelo ARIMA para Medidores y Contadores de Agua**

Dependent Variable: D(MEDIDORES_Y_CONTADORES_D)

Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)

Date: 05/08/19 Time: 16:08

Sample: 2005M02 2019M01

Included observations: 168

Convergence achieved after 128 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
M_C_A_DUMMY	-1.045800	0.183029	-5.713858	0.0000
AR(26)	-0.300204	0.033489	-8.964300	0.0000
MA(24)	0.180801	0.036584	4.942065	0.0000
SIGMASQ	3.531952	0.132373	26.68181	0.0000
R-squared	0.138080	Mean dependent var		0.215833
Adjusted R-squared	0.122314	S.D. dependent var		2.030348
S.E. of regression	1.902130	Akaike info criterion		4.166711
Sum squared resid	593.3679	Schwarz criterion		4.241091
Log likelihood	-346.0037	Hannan-Quinn criter.		4.196898
Durbin-Watson stat	2.052879			

Fuente: Eviews 11, **Elaboración:** Autores

El modelo resultante para los medidores y contadores de agua es un ar(26) ma(24) significativo y estacionario en primeras diferencias, con la inclusión de una variable dummy por las mismas razones explicadas anteriormente para otros materiales.

Las pruebas estadísticas de validación muestran que los modelos no tienen autocorrelación y su distribución se aproxima a una normal, lo que garantiza una proyección confiable. Después de estimar los modelos se procede a proyectar 36 meses el IPCO para cada uno de los materiales, así como el de los equipos y maquinaria; en cambio, para la mano de obra, debido a su periodicidad, se proyectan 3 años a través del uso de la tasa de crecimiento promedio de cada estructura ocupacional, que se ubica entre el 3% y 4% anual. A continuación, se muestra dicha información.

**Anexo 2.1.3: Índice de precios a la construcción proyectados**

Fecha	D	E	H	L	F	X	I	J	M	Y
feb-19	171,95	154,55	251,88	145,72	254,72	107,14	314,68	188,58	495,41	140,50
mar-19	171,97	154,60	252,44	145,72	252,27	107,23	315,03	188,86	493,73	139,60
abr-19	171,91	154,62	252,74	145,72	249,46	107,29	314,32	189,16	493,49	138,34
may-19	172,03	154,62	252,78	145,72	246,74	107,37	313,49	189,45	493,82	138,06
jun-19	171,94	154,63	252,61	145,72	244,22	107,48	312,85	189,73	492,17	138,95
jul-19	172,02	154,63	252,34	145,72	242,04	107,57	312,84	190,02	490,17	140,57
ago-19	172,01	154,63	252,02	145,72	240,20	107,63	313,24	190,31	489,97	142,27
sep-19	172,01	154,63	251,75	145,72	238,72	107,71	313,77	190,59	489,42	142,25
oct-19	172,06	154,63	251,57	145,72	237,56	107,81	314,07	190,88	487,47	141,95
nov-19	172,03	154,63	251,48	145,72	236,68	107,90	314,04	191,17	486,48	141,98
dic-19	172,08	154,63	251,49	145,72	236,03	107,97	313,78	191,45	486,29	141,95
ene-20	172,07	154,63	251,56	145,72	235,58	108,05	313,48	191,74	484,86	142,28
feb-20	172,09	154,63	251,67	145,72	235,28	108,14	313,33	192,03	483,28	142,20
mar-20	172,12	154,63	251,79	145,72	235,09	108,22	313,37	192,32	482,89	141,66
abr-20	172,11	154,63	251,88	145,72	234,99	108,29	313,54	192,60	482,09	141,82
may-20	172,14	154,63	251,94	145,72	234,95	108,37	313,71	192,89	480,40	142,11
jun-20	172,14	154,63	251,96	145,72	234,95	108,46	313,78	193,17	479,49	142,00
jul-20	172,16	154,63	251,95	145,72	234,98	108,54	313,74	193,46	479,03	141,84
ago-20	172,18	154,63	251,92	145,72	235,02	108,61	313,63	193,75	477,65	141,99
sep-20	172,18	154,63	251,88	145,72	235,06	108,69	313,54	194,04	476,29	141,48
oct-20	172,20	154,63	251,84	145,72	235,10	108,77	313,51	194,32	475,75	141,47
nov-20	172,21	154,63	251,81	145,72	235,14	108,85	313,54	194,61	474,82	141,68

(Continúa)



dic-20	172,22	154,63	251,79	145,72	235,18	108,92	313,60	194,90	473,33	141,53
ene-21	177,20	154,63	251,78	145,72	235,21	108,99	313,66	195,18	472,44	141,54
feb-21	177,21	154,63	251,79	145,72	235,23	109,08	313,67	195,47	471,80	141,90
mar-21	177,22	154,63	251,80	145,72	235,24	109,16	313,65	195,76	470,48	141,18
abr-21	177,23	154,63	251,82	145,72	235,26	109,23	313,61	196,04	469,26	140,97
may-21	177,25	154,63	251,83	145,72	235,26	109,30	313,58	196,33	468,60	141,24
jun-21	177,26	154,63	251,84	145,72	235,27	109,38	313,58	196,62	467,60	141,62
jul-21	177,27	154,63	251,85	145,72	235,27	109,45	313,59	196,90	466,25	141,70
ago-21	177,28	154,63	251,85	145,72	235,26	109,53	313,61	197,19	465,36	141,44
sep-21	177,29	154,63	251,85	145,72	235,26	109,60	313,63	197,48	464,59	140,95
oct-21	177,30	154,63	251,84	145,72	235,26	109,67	313,63	197,76	463,33	140,44
nov-21	177,31	154,63	251,83	145,72	235,25	109,75	313,62	198,05	462,20	140,44
dic-21	177,33	154,63	251,83	145,72	235,24	109,82	313,61	198,34	461,45	140,53
ene-22	177,35	154,63	251,83	145,72	235,24	109,89	313,60	198,62	460,41	140,53

Fuente: Eveiws 11, **Elaboración:** Autores

**Anexo 2.1.4: Fórmula polinómica**

Para poder actualizar el costo de la inversión hacemos uso de la fórmula polinómica, dicha fórmula se describe como:

$$PR = P_0 \left(a \frac{\beta_1}{\beta_0} + b \frac{C_1}{C_0} + \dots + c \frac{E_1}{E_0} \right)$$

Donde:

- **PR:** Inversión actualizada
- **β_1, C_1, \dots, E_1 :** Índice de precios de cada material o elemento proyectados al 2022
- **a,b,...,c:** Coeficientes de incidencia o pesos de los materiales o elementos sobre la inversión.
- **β_0, C_0, \dots, E_0 :** Índices de precios de cada material o elemento a la fecha (Paredes & Gutierrez, 2010).

Dicho esto, procedemos a actualizar el costo de inversión del área de descomposición y maduración de la nueva planta de compostaje con capacidad de procesar 50 ton/día, así como de los equipos y maquinaria que se utilizan en la construcción. A continuación, se detalla esta información:

Obra	Construcción del área de descomposición y maduración de la nueva planta de compostaje 50 ton/día				
Monto	954.218,00	Valor a Reajustar	954.218,00		
Índices Iniciales de Precios	Enero-2019		Índices Finales de Precios	Enero-2022	
Calculo de la cuadrilla tipo					
Clase	Coeficiente Base	Índices de Variación		I ₀	I ₁
		ene-19	ene-22		
B-402	0,500	3,580	3,974	1,790	1,987
B-403	0,270	3,620	4,013	0,977	1,083
B-404	0,064	4,010	4,444	0,257	0,284
B-405	0,152	3,820	4,241	0,581	0,645
B-413	0,000	4,030	4,480	0,000	0,000
B-421	0,006	4,010	4,444	0,024	0,027
B-423	0,002	4,010	4,444	0,008	0,009



B-424	0,000	3,820	4,241	0,000	0,000
B-425	0,001	4,010	4,444	0,004	0,004
B-427	0,004	5,260	5,890	0,021	0,024
B-432	0,001	3,580	3,974	0,004	0,004
Totales	1,000	Suman		3,666	4,067

Coefficientes de fórmula polinómica					
Término	Coefficiente Base	Índices de Variación		11/10	Coefficientes Final
		ene-19	ene-22		
B	0,249	3,666	4,067	1,109	0,276
D	0,022	171,850	177,345	1,032	0,023
E	0,028	154,360	154,627	1,002	0,028
F	0,109	211,030	241,200	1,143	0,125
G	0,003	128,100	128,100	1,000	0,003
H	0,126	251,110	251,826	1,003	0,126
I	0,098	313,780	313,598	0,999	0,098
J	0,003	188,380	198,622	1,054	0,003
L	0,162	145,720	145,720	1,000	0,162
M	0,002	498,290	460,408	0,924	0,002
X	0,198	107,024	109,889	1,027	0,203
Totales	1,000			COEFICIENTE	1,049
Factor de reajuste		1,049		Valor ajustado	1.000.974,68
Valor a reajustar		954.218,00		Saldo	46.756,68
Obra Retroexcavadora para la planta de compostaje 50 ton/día					
Monto		50.000,00		Valor a reajustar	50.000,00
Índices Iniciales de Precios		Enero-2019		Índices Finales de Precios	Enero-2022
Término	Coefficiente Base	Índices de Variación		11/10	Coefficientes Final
		ene-19	ene-22		
E	1	154,55	154,63	1,00051	1,00051
Totales	1,000			COEFICIENTE	1,00051
Factor de reajuste		1,00051		Valor ajustado	50.086,49
Valor a reajustar		50.000,00		Saldo	86,49
Obra Medidor Ph y termómetro, medidor de humedad para la planta de compostaje 50 ton/día					
Monto		2.500,00		Valor a reajustar	2.500,00
Índices Iniciales de Precios		Enero-2019		Índices Finales de Precios	Enero-2022
Término	Coefficiente Base	Índices de Variación		11/10	Coefficientes Final
		ene-19	ene-22		
Y	1	140,50	140,53	1,00021	1,00021
Totales	1,000			COEFICIENTE	1,00021
Factor de reajuste		1,00021		Valor ajustado	2.513,18
Valor a reajustar		2.500,00		Saldo	13,18



Anexo 2.2: Cálculo de la tasa de descuento

Información para el cálculo del CAMP y el WACC

En la siguiente tabla se detallan todos los parámetros utilizados para el cálculo del costo de capital y los anexos 2.2.2 al 2.2.5 muestran el procedimiento utilizado para su obtención.

Descripción	Dato
Tasa de rendimiento de mercado*	0,22%-
Cupón de Bonos del Estado de deuda interna con vencimiento a 10 años	6,06%
Beta comparable sector Residuos Sólidos (desapalancado)**	0,9765
Beta reapalancado sector Residuos Sólidos**	1,0227
Tasa Libre de Riesgo (Treasury Bonds 10 años)***	2,39%
Costo promedio de capital del proyecto (CAMP)	5,75%
Ecu-Index Marzo 2022	1.556
Ecu-Index Abril 2022	1.559
Costo de la deuda	7,49%
Peso capital propio	10%
Peso deuda	90%
	7,32%
Promedio ponderado del costo de capital WACC	7,91%

Fuente: (BVQ, 2018)*, (Damodaran, Betas del sector (Estados Unidos), 2019)***, (Investing, 2019)***, **Elaboración:** Autores

En cuadro anterior se muestra el valor del ECU-INDEX proyectado para marzo y abril del 2022, lo cuales permiten obtener una tasa de variación de 0,22%; sin embargo, esta tasa no permite tener una prima de riesgo positiva acorde a las características de un mercado en vías de desarrollo. En vez de ello, se usa el cupón de los Bonos del Estado de deuda interna que permiten obtener un WACC de 7,91% mayor al que se obtuvo al usa el índice bursátil de 7,32%.

**Anexo 2.2.2: Cálculo de beta comparable****Información para el cálculo de beta comparable**

Beta* (β_e) comparable	1,19
D/E de la comparable* relación de endeudamiento	33,64%
Tasa marginal de la comparable** (t)	35,00%
Tasa efectiva de impuestos para EMAC EP*** (t)	0,00%
D/E EMAC EP****	4,73%

Fuente: (Damodaran, Betas del sector (Estados Unidos), 2019)*, (FTA, 2019)** (Públicas, 2018)***, (EMAC EP, 2018)****,

Elaboración: Autores

Una vez seleccionado el beta comparable de la empresa que se desenvuelve en el mismo sector de la comparada (recolección de residuos sólidos), es necesario considerar su estructura de capital, pues, en general son empresas que tienen deudas donde los betas están apalancados y podrían diferir de la estructura de capital del proyecto en estudio. Por esta razón se precede a desapalancar dicho beta haciendo uso de la siguiente ecuación y la información presentada en la anterior tabla.

$$\beta_u = \frac{\beta_e}{1 + \frac{D(1-t)}{E}}$$

$$\beta_u = \frac{1,19}{1 + 0,3364(1 - 0,35)}$$

$$\beta_u = 0,9765$$

Como se puede observar, el beta desapalancado es de 0,9765, sin embargo este valor debe ser reapalancado ahora con respecto a la empresa que está realizando el proyecto (Dumrauf, Finanzas Corporativas, Un enfoque latinoamericano, 2013), para lo cual se toma en cuenta la siguiente formula.

$$\beta_e = \beta_u \left(1 + \frac{D}{E}\right)$$

$$\beta_e = 0,9765(1 + 0,0473)$$

$$\beta_e = 1,0227$$



El beta a utilizar para el cálculo del costo del capital es de 1,0227.

Anexo 2.2.3: Proyección del Ecu-Índex y la Tasa Libre de Riesgo (TLR)

Debido a que el año de inversión del proyecto es el 2022, es necesario proyectar la información a utilizarse en el cálculo del costo de capital con el propósito que los datos estén acorde al periodo de evaluación. Para proyectar los precios del Ecu-Índex y la TLR se usa modelos econométricos de series de tiempo y los datos publicados por la Bolsa de Valores de Quito (2005-2018) y el rendimiento de los bonos del tesoro de los Estados Unidos con vencimiento a 10 años respectivamente, dicha información se presenta a continuación.

Precios del Ecu-Índex y la Tasa Libre de Riesgo

Fecha	Ecu-Índex	TLR	Fecha	Ecu-Índex	TLR	Fecha	Ecu-Índex	TLR
ene-05	861,84	4,13	sep-09	807,44	3,31	may-14	1.173,41	2,48
feb-05	875,9	4,38	oct-09	810,27	3,39	jun-14	1.174,81	2,53
mar-05	904,9	4,49	nov-09	856,05	3,2	jul-14	1.188,30	2,56
abr-05	825,92	4,2	dic-09	862,21	3,84	ago-14	1.187,72	2,35
may-05	830,48	3,99	ene-10	881,07	3,59	sep-14	1.192,61	2,5
jun-05	836,9	3,92	feb-10	880,47	3,62	oct-14	1.197,21	2,34
jul-05	853,47	4,28	mar-10	921,44	3,83	nov-14	1.209,73	2,17
ago-05	889,76	4,01	abr-10	915,08	3,66	dic-14	1.213,55	2,17
sep-05	905,38	4,33	may-10	925,55	3,3	ene-15	1.210,99	1,64
oct-05	912,89	4,56	jun-10	925,73	2,94	feb-15	1.206,62	2
nov-05	939,58	4,49	jul-10	904,83	2,91	mar-15	1.216,52	1,93
dic-05	940,73	4,4	ago-10	933,05	2,47	abr-15	1.245,63	2,04
ene-06	953,91	4,52	sep-10	955,71	2,51	may-15	1.230,15	2,12
feb-06	986,09	4,56	oct-10	954,22	2,6	jun-15	1.223,58	2,35
mar-06	991,94	4,85	nov-10	974,16	2,8	jul-15	1.220,56	2,19
abr-06	1.004,36	5,06	dic-10	977,06	3,29	ago-15	1.221,04	2,21
may-06	1.070,80	5,12	ene-11	1.001,01	3,37	sep-15	1.189,34	2,04
jun-06	1.083,60	5,15	feb-11	990,92	3,42	oct-15	1.148,85	2,15
jul-06	1.073,80	4,99	mar-11	990,23	3,47	nov-15	1.144,98	2,21
ago-06	1.075,28	4,73	abr-11	949,54	3,29	dic-15	1.133,89	2,27
sep-06	1.071,68	4,63	may-11	937,05	3,06	ene-16	1.118,51	1,92
oct-06	1.083,19	4,6	jun-11	931,04	3,16	feb-16	1.118,16	1,74
nov-06	1.147,26	4,46	jul-11	920,61	2,79	mar-16	1.115,40	1,77
dic-06	1.146,42	4,7	ago-11	928,89	2,23	abr-16	1.120,81	1,84
ene-07	1.140,04	4,81	sep-11	936,73	1,92	may-16	1.107,20	1,85
feb-07	1.182,83	4,58	oct-11	929,95	2,12	jun-16	1.079,80	1,48
mar-07	1.201,79	4,65	nov-11	936,45	2,07	jul-16	1.051,38	1,45
abr-07	1.173,97	4,63	dic-11	939,74	1,88	ago-16	1.039,70	1,58
may-07	1.172,26	4,89	ene-12	949,32	1,8	sep-16	1.028,41	1,6
jun-07	1.141,84	5,03	feb-12	989,93	1,97	oct-16	1.035,74	1,83
jul-07	1.126,17	4,73	mar-12	1.000,88	2,21	nov-16	1.036,45	2,39
ago-07	1.113,59	4,53	abr-12	1.034,30	1,92	dic-16	1.036,33	2,45
sep-07	1.105,62	4,59	may-12	1.024,07	1,56	ene-17	1.079,86	2,47

(Continúa)

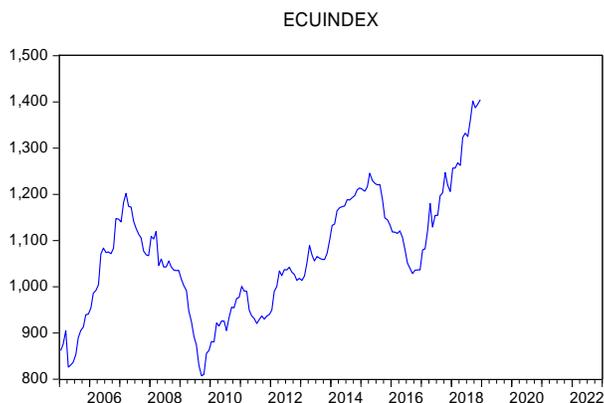


oct-07	1.076,95	4,47	jun-12	1.036,96	1,64	feb-17	1.081,81	2,4
nov-07	1.069,10	3,95	jul-12	1.036,23	1,47	mar-17	1.122,06	2,39
dic-07	1.067,23	4,04	ago-12	1.042,12	1,55	abr-17	1.180,30	2,29
ene-08	1.108,91	3,6	sep-12	1.031,42	1,63	may-17	1.129,14	2,21
feb-08	1.103,13	3,52	oct-12	1.026,51	1,69	jun-17	1.154,29	2,3
mar-08	1.119,83	3,42	nov-12	1.013,86	1,62	jul-17	1.154,25	2,3
abr-08	1.045,88	3,73	dic-12	1.018,14	1,76	ago-17	1.196,71	2,12
may-08	1.059,72	4,07	ene-13	1.013,71	1,99	sep-17	1.203,41	2,34
jun-08	1.042,73	3,98	feb-13	1.023,67	1,88	oct-17	1.247,06	2,38
jul-08	1.042,91	3,96	mar-13	1.051,50	1,85	nov-17	1.220,34	2,42
ago-08	1.055,65	3,83	abr-13	1.089,40	1,67	dic-17	1.206,08	2,41
sep-08	1.042,96	3,83	may-13	1.068,45	2,13	ene-18	1.256,62	2,71
oct-08	1.035,90	3,97	jun-13	1.055,85	2,49	feb-18	1.256,56	2,86
nov-08	1.035,15	2,92	jul-13	1.065,21	2,59	mar-18	1.268,08	2,74
dic-08	1.035,27	2,22	ago-13	1.062,00	2,79	abr-18	1.262,45	2,96
ene-09	1.016,46	2,85	sep-13	1.059,02	2,62	may-18	1.323,07	2,86
feb-09	1.001,99	3,02	oct-13	1.058,66	2,55	jun-18	1.332,18	2,86
mar-09	991,82	2,67	nov-13	1.072,53	2,75	jul-18	1.325,15	2,96
abr-09	947,43	3,12	dic-13	1.099,39	3,03	ago-18	1.359,19	2,86
may-09	924,5	3,46	ene-14	1.132,51	2,64	sep-18	1.402,03	3,07
jun-09	891,77	3,54	feb-14	1.135,78	2,65	oct-18	1.387,09	3,15
jul-09	874,16	3,48	mar-14	1.164,41	2,72	nov-18	1.395,09	2,99
ago-09	829,92	3,4	abr-14	1.171,03	2,65	dic-18	1.404,62	2,69

Fuente: (BVQ, 2018), Elaboración: Autore

Anexo 2.2.4: Modelación del Ecu-Índice

Antes de realizar la proyección de los datos, es necesario llevar a cabo un análisis de esta serie con el objetivo de determinar si ésta cumple con las propiedades estadísticas necesarias. El primer paso, es comprobar si existe o no estacionariedad⁴¹ en la serie, para lo cual empezamos analizando la gráfica de serie temporal.



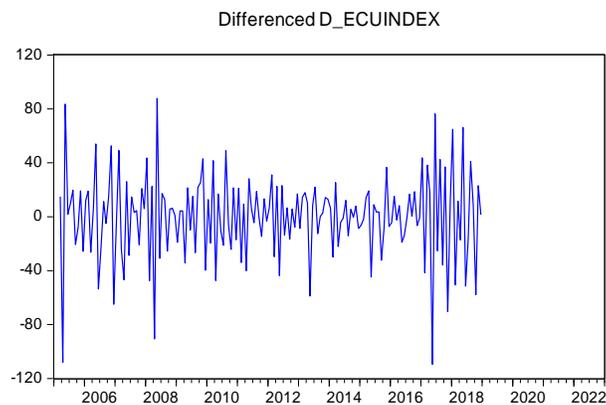
Fuente: Eviews, Elaboración: Autores

⁴¹ Una serie estacionaria tiene media cero y varianza constante.



Los precios de cierre del Ecu-Índice desde enero del 2005 a diciembre del 2018 muestran una tendencia positiva, con ciertos lapsos de tiempo donde estos caen. Este comportamiento, indicaría la no existencia de estacionariedad en niveles, por lo que se tendrá que convertir la serie en estacionaria. Una herramienta que nos ayudará a transformar la serie en estacionaria es la diferenciación de la misma y para establecer si se ha alcanzado o no la estacionariedad se usa la prueba estadística Dickey-Fuller (Calvo del Rio, 2017).

Los resultados obtenidos del programa estadístico Eviews 11, confirman que la serie es estacionaria en primeras diferencias, ya que, el valor-p es menor al 0,05 y la gráfica muestra un comportamiento estacionario, como se muestra a continuación:



Fuente: Eviews 11, Elaboración: Autores

Modelo ARIMA del Ecu-Índice

Después de volver estacionaria la serie del Ecu-Índice, se procede a modelarla mediante el modelo ARIMA y así obtener las proyecciones de los datos necesarios hasta el 2022.

Primero se identifica el proceso estocástico que han generado los datos, través de los valores mostrados por el correlograma; el cual establece que el modelo idóneo es un ARIMA (1, 1, 1), en otras palabras, es autoregresivo de orden uno, media móvil uno y raíz unitaria. Después, se procede a estimar el modelo ARIMA y evalúa las pruebas estadísticas de los coeficientes para determinar si el modelo estimado es adecuado. A continuación, se observa el modelo estimado:



Dependent Variable: D(ECUINDEX)
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 05/09/19 Time: 14:37
Sample: 2005M02 2018M12
Included observations: 167
Convergence achieved after 15 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.862210	0.121693	7.085093	0.0000
MA(1)	-0.746617	0.156320	-4.776219	0.0000
SIGMASQ	519.2152	45.14641	11.50070	0.0000
R-squared	0.031735	Mean dependent var	3.250180	
Adjusted R-squared	0.019927	S.D. dependent var	23.22634	
S.E. of regression	22.99376	Akaike info criterion	9.126790	
Sum squared resid	86708.94	Schwarz criterion	9.182802	
Log likelihood	-759.0869	Hannan-Quinn criter.	9.149524	
Durbin-Watson stat	2.095337			

Fuente: Eviews 11, **Elaboración:** Autores

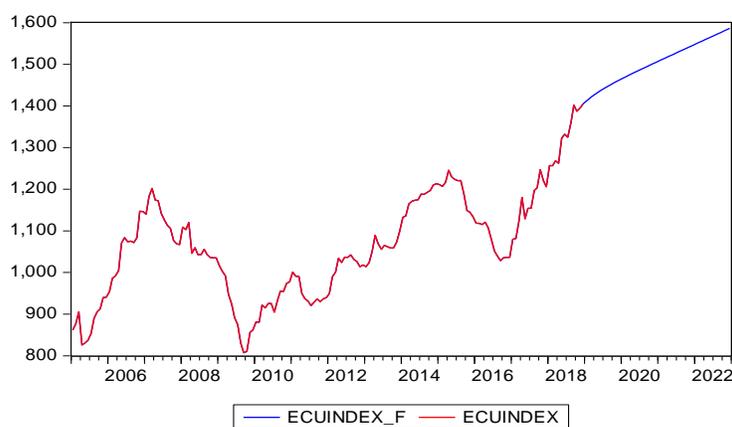
De acuerdo al criterio de Schwarz (9,18), la ecuación indicada posee el mayor ajuste y cumple con el parámetro para ser aceptado. Finalmente, se realiza la proyección para los próximos 4 años (48 meses).

**Precios del Ecu-Índex proyectado**

Fecha	Ecu-Índex	Fecha	Ecu-Índex	Fecha	Ecu-Índex
ene-19	1.411,23	may-20	1.481,00	sep-21	1.535,84
feb-19	1.417,32	jun-20	1.484,53	oct-21	1.539,22
mar-19	1.422,98	jul-20	1.488,04	nov-21	1.542,60
abr-19	1.428,26	ago-20	1.491,52	dic-21	1.545,97
may-19	1.433,23	sep-20	1.494,99	ene-22	1.549,35
jun-19	1.437,95	oct-20	1.498,44	feb-22	1.552,72
jul-19	1.442,45	nov-20	1.501,87	mar-22	1.556,09
ago-19	1.446,77	dic-20	1.505,30	abr-22	1.559,46
sep-19	1.450,93	ene-21	1.508,71	may-22	1.562,84
oct-19	1.454,97	feb-21	1.512,12	jun-22	1.566,21
nov-19	1.458,89	mar-21	1.515,52	jul-22	1.569,58
dic-19	1.462,73	abr-21	1.518,92	ago-22	1.572,95
ene-20	1.466,49	may-21	1.522,31	sep-22	1.576,32
feb-20	1.470,19	jun-21	1.525,70	oct-22	1.579,68
mar-20	1.473,84	jul-21	1.529,08	nov-22	1.583,05
abr-20	1.477,44	ago-21	1.532,47	dic-22	1.586,42

Fuente: Eviews 11, Elaboración: Autores

La proyección se la realiza desde diciembre del 2018 con un precio de \$1.404,62 hasta diciembre del 2022 con un precio de \$ 1.586,42; para una mejor observación se presenta su respectiva gráfica.

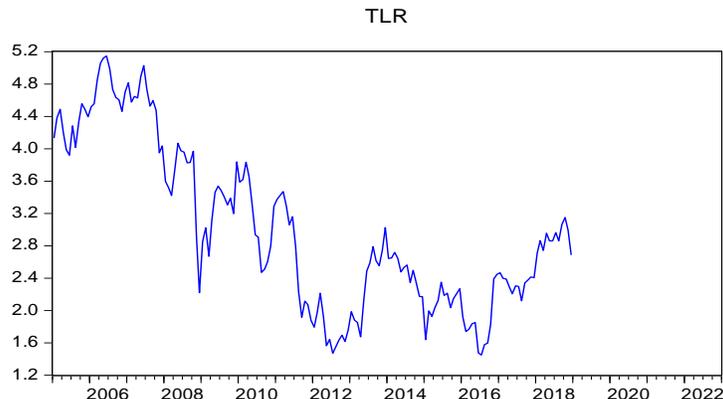


Fuente: Eviews 11, Elaboración: Autores



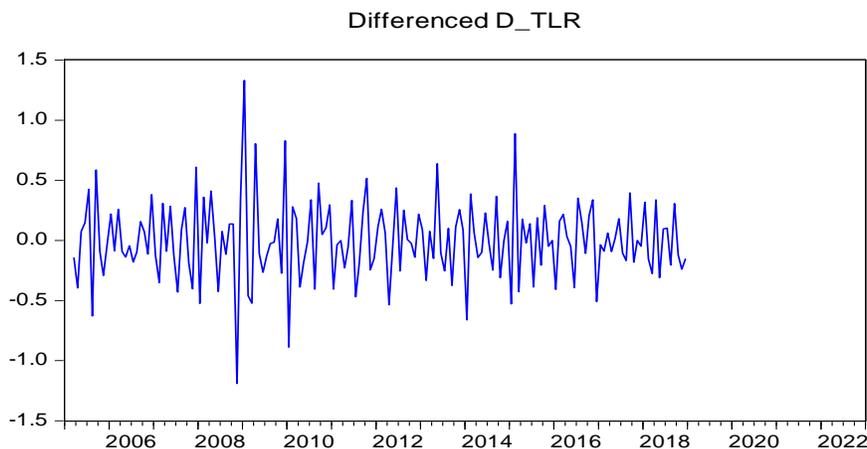
Anexo 2.2.5: Modelación de la Tasa Libre de Riesgo

Al igual que se hizo para el Ecu-Índice, nos basamos en la gráfica de series temporales para comprobar si existe o no estacionariedad en la serie de la TLR.



Fuente: Eviews 11, Elaboración: Autores

Los precios de cierre de la TLR desde enero del 2005 a diciembre del 2018 muestran una tendencia descendente, con ciertos lapsos de tiempo donde estos precios tienden al alza y baja. Al igual que en la anterior serie, el contraste aumentado de Dickey-Fuller, demuestra que no existe una estacionariedad en niveles, entonces, se procede a diferenciar la serie y aplicar el test aumentado de Dickey-Fuller, el cual constata que la serie se ha convertido en estacionaria, como se observa a continuación:



Fuente: Eviews 11, Elaboración: Autores

Modelo ARIMA de la Tasa Libre de Riesgo



Después de volver estacionaria la TLR, se procede a modelarla mediante un ARIMA y realizar las proyecciones de los datos hasta el 2022.

El proceso estocástico que han generado los datos se ajusta bien a un modelo ARIMA (1, 1, 1), es decir, autoregresivo de orden uno, media móvil uno y raíz unitaria. Siguiendo la misma lógica que para el Ecu-Índex se estima del modelo ARIMA.

Dependent Variable: D(TLR)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 05/09/19 Time: 14:42
 Sample: 2005M02 2018M12
 Included observations: 167
 Convergence achieved after 36 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(3)	0.531495	0.292445	1.817419	0.0710
MA(2)	-0.168602	0.069284	-2.433506	0.0160
MA(3)	-0.524794	0.289735	-1.811290	0.0719
SIGMASQ	0.055487	0.004382	12.66268	0.0000
R-squared	0.032653	Mean dependent var		-0.008659
Adjusted R-squared	0.014849	S.D. dependent var		0.240219
S.E. of regression	0.238429	Akaike info criterion		-0.005052
Sum squared resid	9.266285	Schwarz criterion		0.069631
Log likelihood	4.421809	Hannan-Quinn criter.		0.025260
Durbin-Watson stat	1.831072			

Fuente: Eviews 11, **Elaboración:** Autores

El resultado de acuerdo al criterio de Schwarz (0.083484), es el menor valor obtenido y la prueba estadística de normalidad Jarque Bera (40,249) indican que el modelo cumple con los parámetros establecidos para ser aceptado. Por último, con el modelo se realiza la proyección para los próximos 4 años.

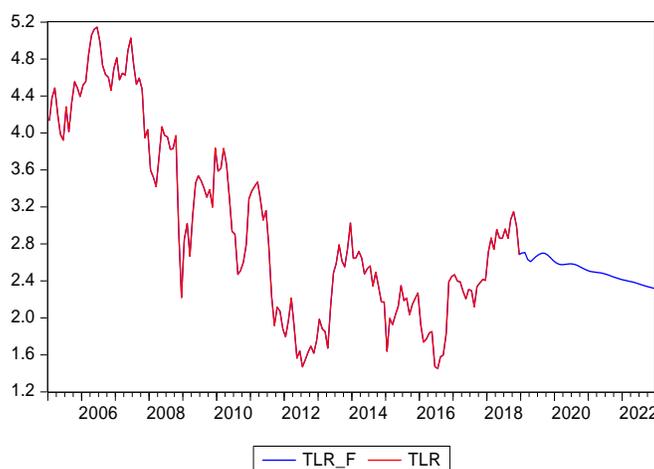


Precios de la Tasa Libre de Riesgo proyectados

Fecha	TLR	Fecha	TLR	Fecha	TLR
ene-19	2,7	may-20	2,58	sep-21	2,45
feb-19	2,71	jun-20	2,58	oct-21	2,44
mar-19	2,63	jul-20	2,58	nov-21	2,43
abr-19	2,61	ago-20	2,57	dic-21	2,42
may-19	2,64	sep-20	2,56	ene-22	2,41
jun-19	2,66	oct-20	2,55	feb-22	2,4
jul-19	2,69	nov-20	2,53	mar-22	2,4
ago-19	2,7	dic-20	2,52	abr-22	2,39
sep-19	2,7	ene-21	2,5	may-22	2,38
oct-19	2,68	feb-21	2,5	jun-22	2,37
nov-19	2,65	mar-21	2,49	jul-22	2,36
dic-19	2,62	abr-21	2,49	ago-22	2,35
ene-20	2,6	may-21	2,49	sep-22	2,34
feb-20	2,58	jun-21	2,48	oct-22	2,33
mar-20	2,58	jul-21	2,47	nov-22	2,33
abr-20	2,58	ago-21	2,46	dic-22	2,32

Fuente: (BVQ, 2018), Elaboración: Autores

La proyección se la realiza desde diciembre del 2018 con una tasa de 2.70% hasta diciembre del 2022 con una tasa del 2.32%; para una mejor observación se presenta su respectiva gráfica.



Fuente: Bolsa de Valores de Quito (2018), Elaboración: Autores

**Anexo 2.3: Flujos de efectivo financieros****Flujos de efectivo financiero constantes**

SITUACIÓN SIN PROYECTO											
Rubros/Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Operacional											
<i>Ingresos</i>	<i>0</i>	<i>303.986</i>	<i>322.671</i>	<i>632.995</i>							
Recuperación de Residuos		159.501	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305
Tratamiento RSO		51.859	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046
Tratamiento de L		92.626	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320
Vida Útil											200.674
Valor Residual											109.649
<i>Egresos</i>	<i>0</i>	<i>311.195</i>	<i>316.040</i>								
MOD		137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136
CIF		167.102	171.946	171.946	171.946	171.946	171.946	171.946	171.946	171.946	171.946
GA		6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958
<i>Flujo de Caja Operacional-25 ton/día (1)</i>	<i>0</i>	<i>-7.210</i>	<i>6.631</i>	<i>316.955</i>							
SITUACIÓN CON PROYECTO											
Rubros/Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Operacional											
<i>Ingresos</i>	<i>1.600.975</i>	<i>570.300</i>	<i>609.194</i>	<i>645.595</i>	<i>1.713.364</i>						
Recuperación de Residuos		299.236	319.643	338.743	338.743	338.743	338.743	338.743	338.743	338.743	338.743
Tratamiento RSO		97.291	103.926	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136
Tratamiento de L		173.773	185.624	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716
Vida Útil											462.640
Préstamo	1.488.217										
Valor Residual											605.129
<i>Egresos</i>	<i>1.653.574</i>	<i>547.431</i>	<i>765.109</i>	<i>775.807</i>	<i>775.807</i>	<i>775.807</i>	<i>775.807</i>	<i>775.807</i>	<i>458.847</i>	<i>458.847</i>	<i>458.847</i>
Inversión	1.653.574										

(Continúa)



Adecuaciones e Infraestructura	1.600.975
Equipos y Maquinaria	52.600

Operación	435.964	448.149	458.847	458.847	458.847	458.847	458.847	458.847	458.847	458.847	458.847
MOD	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136
CIF	291.870	304.055	314.754	314.754	314.754	314.754	314.754	314.754	314.754	314.754	314.754
GA	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958	6.958
Gastos Financieros	111.467	316.960	316.960	316.960	316.960	316.960	316.960	316.960			
Interés	111.467	111.467	96.076	79.532	61.748	42.633	22.086				
Capital		205.493	220.884	237.428	255.212	274.327	294.874				
Flujo de Caja (2)	-165.357	22.868	-155.915	-130.213	-130.213	-130.213	-130.213	-130.213	186.747	186.747	1.254.516

INCREMENTAL

Rubros/Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de Caja Incremental (2)-(1)	-165.357	30.078	-162.547	-136.844	-136.844	-136.844	-136.844	-136.844	180.116	180.116	937.561

INDICADORES FINANCIEROS

Tasa de Descuento	6,2%	VAN	\$-59.736	Relación Beneficio/Costo	\$ 0,06	Periodo de Recuperación Contable	10 Años
		TIR	4,83%			Periodo de Recuperación Descontado	0

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

**Flujos de efectivo financieros real**

Rubros/Años	SITUACIÓN SIN PROYECTO											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Flujo Operacional												
Ingresos	0	303.986	322.671	632.995								
Recuperación de Residuos		159.501	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305	169.305
Tratamiento RSO		51.859	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046	55.046
Tratamiento de L		92.626	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320	98.320
Vida Útil												200.674
Valor Residual												109.649
Egresos		316.768	323.423	325.076	326.784	328.546	330.362	332.232	334.158	336.139	338.176	
MOD		137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136	137.136
CIF		172.635	179.214	180.790	182.420	184.103	185.840	187.630	189.475	191.374	193.328	
GA		6.997	7.073	7.150	7.228	7.307	7.386	7.466	7.547	7.629	7.712	
Flujo de Caja (1)	0	-12.783	-752	-2.405	-4.113	-5.874	-7.690	-9.561	-11.487	-13.468	294.819	

Rubros/Años	SITUACIÓN CON PROYECTO											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Flujo Operacional												
Ingresos	1.418.590	575.117	614.340	651.049	1.686.355							
Recuperación de Residuos		304.053	324.789	344.197	344.197	344.197	344.197	344.197	344.197	344.197	344.197	344.197
Tratamiento RSO		97.291	103.926	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136	110.136
Tratamiento de L		173.773	185.624	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716	196.716
Vida Útil												462.640
Préstamo	1.418.589											
Valor Residual												605.129
Egresos	1.604.282	539.742	757.793	768.224	769.095	770.169	771.448	772.930	488.579	495.002	501.557	
Inversión	1.604.282											
Adecuaciones e Infraestructura	1.554.144											
Equipos y Maquinaria	50139											

(Continúa)



Operación	0	427.250	442.989	458.408	464.188	470.094	476.126	482.288	488.579	495.002	501.557
MOD		144.766	146.739	148.739	150.766	152.821	154.904	157.015	159.155	161.324	163.523
CIF		275.411	289.099	302.441	306.115	309.886	313.756	317.725	321.795	325.965	330.238
GA		7.073	7.150	7.228	7.307	7.386	7.466	7.547	7.629	7.712	7.796
Gastos Financieros	0	104.569	292.632	287.996	283.432	278.941	274.522	270.172			
Interés		104569	102912	87296	71119	54342	36925	18826			
Capital			189720	200699	212313	224599	237597	251346			
Flujo de Caja (2)	-185.692	43.298	-121.281	-95.355	-96.572	-97.986	-99.599	-101.411	162.469	156.047	1.217.260

Rubros/Años	INCREMENTAL										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de Caja Incremental (2)-(1)	-185.692	56.081	-120.530	-92.950	-92.459	-92.112	-91.909	-91.850	173.956	169.515	922.440

INDICADORES FINANCIEROS										
Tasa de Descuento	6,20%	VAN	\$ 128.887		Relación	\$0,20	Periodo de Recuperación Contable		10 Años	
		TIR	9,52%		Beneficio/Costo		Periodo de Recuperación Descontado		10 Años	

Fuente: EMAC EP, Elaboración: Autores

**Anexo 3: Evaluación económica.****Anexo 3.1: Calculo del componente importado**

I n s u m o s	Porcentaje componente importado (A)	Coefficiente fórmula polinómica (B)	Coefficiente componente importado (C)=(A)X(B)	Coefficiente de aranceles (D)	Coefficiente precios -CIF (E)=(C)/(D)
Accesorios Eléctricos	60,00%	0,000	0,000	1,00	0,000
Acero Barras	73,30%	0,126	0,092	1,00	0,092
Adoq/Bloq/Pref.HS/Ladri	10,00%	0,000	0,000	1,00	0,000
Agregados Petreos	29,69%	0,098	0,029	1,00	0,029
Aluminio y Vidrio	73,00%	0,003	0,002	1,00	0,002
Asfalto, Imprim, Derivados	61,80%	0,000	0,000	1,00	0,000
Bombas	73,30%	0,000	0,000	1,00	0,000
Cables Elec. Y Telef.	60,00%	0,000	0,000	1,00	0,000
Cementos - Aglomerantes	46,55%	0,022	0,010	1,00	0,010
Cerámicas - Azulejos	40,00%	0,000	0,000	1,00	0,000
Hipoclorito de Calcio	73,30%	0,000	0,000	1,00	0,000
Maderas	31,57%	0,002	0,001	1,00	0,001
Mallas/Alambre/Gaviones	50,00%	0,000	0,000	1,00	0,000
Maquinaria OO.PP/repues.	73,30%	0,028	0,021	1,00	0,021
Medidores - Hidrantes	63,78%	0,000	0,000	1,00	0,000
Perfiles de Acero	41,00%	0,109	0,045	1,00	0,045
Piezas Sanitarias	40,00%	0,000	0,000	1,00	0,000
Pinturas	48,38%	0,000	0,000	1,00	0,000
Saldo Materiales	50,00%	0,165	0,083	1,00	0,083
Transformadores	73,30%	0,000	0,000	1,00	0,000
Tub/Acces/carp. HF/Acero	52,14%	0,000	0,000	1,00	0,000
Tubería A.C. - Accesorios	10,00%	0,000	0,000	1,00	0,000
Tubería H.G - Alcantarillado	41,40%	0,000	0,000	1,00	0,000
Tubería H.S. - Armado	36,13%	0,000	0,000	1,00	0,000
Tubería PVC - Accesorios	50,81%	0,000	0,000	1,00	0,000
Válvulas	10,00%	0,000	0,000	1,00	0,000
Válvulas de H.F	52,14%	0,000	0,000	1,00	0,000
TOTAL		0,553	0,28	27,00	0,28

Fuente: Banco de Desarrollo del Ecuador, **Elaboración:** Autores

**Anexo 3.2: Cuantificación de beneficios****Anexo 3.2.1: Información para la cuantificación de beneficios**

Tasa de crecimiento anual del sector agrícola Azuay y Cañar*	3,03%	
Dólares-toneladas de abono orgánico importado año 2019**	95.754	127
Cantidad de CO2 por ton de residuos orgánico en 10 años***	1,5	Ton/Años
Costo económico de la contaminación****	220	\$/TCO ₂
Costo del tratamiento de lixiviados***	12,61	\$/m3
Costo el tratamiento de los residuos orgánicos en el relleno***	7,06	\$/ton

Fuente: (Banco Central del Ecuador)*; Encuesta de oferta**; (EMAC EP, 2018)***; (Espinoza & Maldonado, 2017)****,

Elaboración: Autores

**Anexo 3.2.2: Beneficio por la reducción de importaciones de fertilizantes orgánicos**

Abono/año	Cantidad ofertada anualmente (kg)									
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Tierra milagrosa	240	247	255	262	270	279	287	296	305	314
Verde 100	60.000	61.818	63.691	65.621	67.609	69.658	71.768	73.943	76.183	78.492
Retardo	60.000	61.818	63.691	65.621	67.609	69.658	71.768	73.943	76.183	78.492
Algasoil	4.800	4.945	5.095	5.250	5.409	5.573	5.741	5.915	6.095	6.279
Multimix	2.400	2.473	2.548	2.625	2.704	2.786	2.871	2.958	3.047	3.140
Total	127.440	131.301	135.280	139.379	143.602	147.953	152.436	157.055	161.814	166.717

Fuente: Encuesta de Oferta, Elaboración: Autores

Abono/año	Cantidad ofertada anualmente (\$)									
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Tierra milagrosa	384	396	408	420	433	446	459	473	488	502
Verde 100	8.400	8.655	8.917	9.187	9.465	9.752	10.048	10.352	10.666	10.989
Retardo	78.000	80.363	82.798	85.307	87.892	90.555	93.299	96.126	99.039	102.039
Algasoil	7.080	7.295	7.516	7.743	7.978	8.220	8.469	8.725	8.990	9.262
Multimix	1.890	1.947	2.006	2.067	2.130	2.194	2.261	2.329	2.400	2.472
Total	95.754	98.655	101.645	104.724	107.898	111.167	114.535	118.006	121.581	125.265

Fuente: Encuesta de Oferta, Elaboración: Autores



Anexo 5: Análisis de sensibilidad

Anexo 5.1: Resultados del análisis de sensibilidad unidimensional

Entradas		Salidas					
Variación	Unid. Medida	VAN (Millones USD)			TIR (%)		
Inversión	Millones USD	Financiero	Económico	Social	Financiero	Económico	Social
-5%	1,57	0,09	14,26	11,92	10,34%	160%	137%
-2,50%	1,61	0,05	14,23	11,90	9,19%	158%	135%
0	1,65	0,01	14,21	11,87	8,11%	155%	133%
2,50%	1,69	-0,03	14,18	11,85	7,09%	153%	131%
5%	1,74	-0,07	14,16	11,82	6,12%	151%	129%
Precio	Unidades USD						
-5%	3,8	-0,05	14,16	11,83	6,68%	155%	133%
-2,50%	3,9	-0,02	14,18	11,85	7,39%	155%	133%
0	4	0,01	14,21	11,87	8,11%	155%	133%
2,50%	4,1	0,04	14,23	11,89	8,85%	156%	133%
5%	4,2	0,06	14,25	11,91	9,60%	156%	133%
O&M*	Millones USD						
-5%	1,88	0,06	14,24	11,91	9,50%	156%	133%
-2,50%	1,93	0,03	14,22	11,89	8,80%	156%	133%
0	0,50	0,008	14,21	11,87	8,11%	155%	133%
2,50%	2,03	-0,02	14,19	11,85	7,43%	155%	133%
5%	2,08	-0,05	14,17	11,84	6,77%	155%	133%

* Costos al año 2025 cuando la planta alcanza su máxima capacidad de producción

Elaboración: Autores

Anexo 5.2: Resultados del análisis de sensibilidad bidimensional

Entradas		Salidas					
Variación		VAN (Millones USD)			TIR (%)		
Inversión-Precio		Financiero	Económico	Social	Financiero	Económico	Social
-5%		0,03	14,21	11,88	8,78%	160%	137%
-2,50%		0,02	14,21	11,88	8,44%	158%	135%
0		0,01	14,21	11,87	8,11%	155%	133%
2,50%		0,00	14,20	11,87	7,79%	153%	131%
5%		-0,02	14,20	11,86	7,49%	151%	130%
Inversión-Costos de O&M							
-5%		0,14	14,29	11,96	11,86%	161%	138%
-2,50%		0,07	14,25	11,91	9,91%	158%	135%
0		0,01	14,21	11,87	8,11%	155%	133%
2,50%		-0,06	14,16	11,83	6,44%	153%	131%
5%		-0,13	14,12	11,78	4,88%	151%	129%
Precio-Costos de O&M							
-5%		0,00	14,20	11,87	8,02%	155%	133%
-2,50%		0,01	14,20	11,87	8,06%	155%	133%
0		0,01	14,21	11,87	8,11%	155%	133%
2,50%		0,01	14,21	11,87	8,16%	155%	133%
5%		0,01	14,22	11,87	8,20%	156%	133%

Elaboración: Autores