



DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

“Análisis de la viabilidad económica para la implementación de una planta de trituración de agregados en el cantón Paute, sector El Descanso”

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de:

Magíster en Minas con mención en Planeamiento Minero

Autor:

MATEO SEBASTIÁN ALTAMIRANO PERALTA

Director:

LEONARDO ANÍBAL NUÑEZ RODAS

CUENCA, ECUADOR

2025

Mateo Sebastián Altamirano Peralta

Trabajo de Titulación

Ing. Leonardo Aníbal Núñez Rodas

Septiembre, 2025

**“Análisis de la viabilidad económica para la implementación de una planta de
trituration de agregados en el cantón Paute, sector El Descanso”**

DEDICATORIA

A mis padres, María Eugenia y Jorge, por ser el pilar de mi vida, por su apoyo constante y por enseñarme con su ejemplo los valores que me guían. A mis hermanos, Camila, Francisco y Tatiana, quienes con su compañía y aliento me han impulsado a seguir adelante en cada etapa de este camino. Y a mis sobrinos, Daniel, Alejandro y Valentina, porque con su alegría me inspiran a mejorar cada día y a recordar la importancia de mantener siempre la sencillez y el don de gente en todo lo que hago.

Mateo Sebastián Altamirano Peralta

AGRADECIMIENTOS

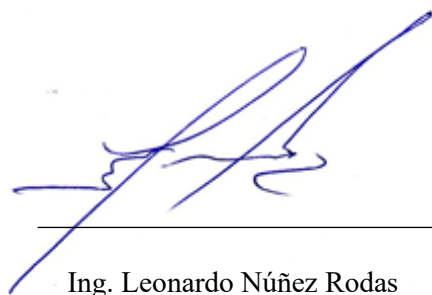
Agradezco profundamente a mis padres, María Eugenia y Jorge, por ser la fuente constante de motivación que me impulsa a superarme día a día y por enseñarme con su ejemplo la perseverancia y el compromiso. Extiendo mi reconocimiento a mis profesores de la Maestría, quienes con su dedicación contribuyeron a mi formación; en particular al Ing. Leonardo Núñez, por su acompañamiento cercano, su orientación y la mentoría brindada durante este proceso. De igual manera, a la Universidad del Azuay, por ofrecerme el espacio académico y el respaldo institucional necesarios para el desarrollo de este proyecto. Finalmente, a mis compañeros de clase, por compartir experiencias, retos y aprendizajes que enriquecieron este camino de formación tanto en lo académico como en lo personal.

Mateo Sebastián Altamirano Peralta

RESUMEN

En las zonas circundantes a los cantones Cuenca, Paute, Gualaceo, Chordeleg y Azogues, al momento sufren escasez de agregados pétreos, debido a que la industria de la construcción moviliza dichos productos hacia zonas lejanas, dando como resultado un incremento en los costos de los proyectos de la construcción. El presente trabajo tuvo como objetivo principal identificar la viabilidad económica para la implementación de una planta de trituración de agregados en el cantón Paute, sector El Descanso que garantice un menor costo del producto debido a que se cuenta con la materia prima adecuada cerca del proyecto, proveniente de las concesiones mineras del cerro Tاهual. Para la ejecución del presente proyecto se partió del análisis de diversos factores que intervienen en el costo del producto como son: demanda y oferta el mismo que se validó con un análisis económico. Los resultados obtenidos definen la rentabilidad y aplicación del proyecto.

Palabras clave: Economía minera, Análisis económicos, materiales de construcción, agregados pétreos, Planta de trituración de agregados



Ing. Leonardo Núñez Rodas
Director del trabajo de titulación

ABSTRACT

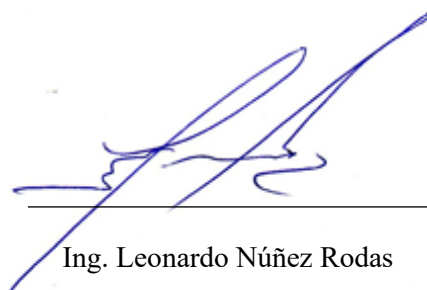
In the areas surrounding the cantons of Cuenca, Paute, Gualaceo, Chordeleg, and Azogues, there is currently a shortage of aggregates, as the construction industry transports these materials from distant locations, resulting in higher construction project costs.

The main objective of this research was to identify the economic feasibility of implementing an aggregate crushing plant in the El Descanso sector of the Paute canton. The project aimed to reduce product costs due to the availability of suitable raw material from the mining concessions of Cerro Tahual, located near the project site.

The execution of this project was based on the analysis of the various factors influencing product costs, such as supply and demand, which were validated through an economic analysis.

The results obtained demonstrated the profitability and feasibility of the project.

Keywords: Mining Economics, Economic Analysis, Construction Materials, Stone Aggregates, Aggregate Crushing Plant.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right, positioned above a solid horizontal line.

Ing. Leonardo Núñez Rodas

Thesis Director

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	3
INFORMACIÓN GENERAL.....	3
1.1. Objetivos	3
1.2. Justificación	3
1.3. Antecedentes	4
1.4. Ubicación del proyecto	5
1.5. Geología local	7
1.6. Áreas de influencia del proyecto.....	9
1.7. Marco conceptual.....	11
Marco conceptual Operativo.....	17
Marco Conceptual Financiero.....	25
CAPÍTULO 2	35
ANÁLISIS DEL MERCADO	35
2.1. Identificación de necesidades del mercado	35
2.2 Identificación del panorama competitivo.....	51
2.3. Demanda	66
2.4. Oferta	71
2.5. Nivel de precios	75
CAPITULO 3	79

VARIABLES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS.....	79
3.1 Descripción de variables técnicas	79
<i>3.1.1 Capacidad de la planta.....</i>	<i>79</i>
<i>3.1.2 Tecnología de trituración.....</i>	<i>87</i>
<i>3.1.3 Elección de proceso de trituración para producción de agregados</i>	<i>89</i>
<i>3.1.4 Proceso productivo.....</i>	<i>91</i>
<i>3.1.5 Equipos e infraestructura:.....</i>	<i>96</i>
<i>3.1.6 Infraestructura.....</i>	<i>105</i>
<i>3.1.7 Insumos</i>	<i>108</i>
3.2. Descripción de variables económicas	109
<i>3.2.1 Gastos</i>	<i>110</i>
<i>3.2.2 Costos Operativos.....</i>	<i>111</i>
<i>3.2.3 Costos variables.....</i>	<i>112</i>
<i>3.2.4 Depreciación.....</i>	<i>112</i>
3.3. Descripción de variables de transporte	112
<i>3.3.1 Transporte de materia prima.....</i>	<i>113</i>
<i>3.3.2 Transporte de productos terminados.....</i>	<i>113</i>
CAPÍTULO 4	117
ANÁLISIS ECONÓMICO – FINANCIERO	117
4.1 Inversión inicial	117
4.2 Costos de operación	132
4.3 Ingresos proyectados.....	142
4.4 Flujo de caja proyectado	149
4.5 Evaluación financiera.....	151
4.6 Análisis de riesgo	155
4.7 Impactos económicos y sociales	156
CONCLUSIONES.....	158
RECOMENDACIONES	160
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del proyecto.....	6
Figura 2: Via de acceso al proyecto	6
Figura 3: geología regional	9
Figura 4: Trituradora Blake	13
Figura 5: Trituradora de impacto marca Henan Liming Road & Bridge Heavy	14
Figura 6: Trituradora de cono Telsmith 48S.....	15
Figura 7: Esquema de trituradora de cilindros lisos.....	16
Figura 8: Trituradora de eje vertical	16
Figura 9: Agregados.....	19
Figura 10 Características del Agregado grueso según módulo de finura.	21
Figura 11: Clasificación de las rocas sedimentarias clásticas según la forma y tamaño del grano	23
Figura 12: Curva Granulométrica	24
Figura 13: Curva de la demanda	29
Figura 14: Curva de la oferta	30
Figura 15: Porcentaje promedio de aporte al VAB del sector por provincia.....	37
Figura 16: Precio Hormigón Premezclado.....	37
Figura 17: Ejemplo de fragmento del Informe Económico de Holcim Ecuador 2022	40
Figura 18: Estado de resultados Integral Hormicenter 2022	42
Figura 19: Estado de resultados ejemplo de Hormiazuay.....	44
Figura 20: Extracto del Estado Financiero UCEM año 2021	46
Figura 21: Áridos Induatenas.....	53
Figura 22: Estado resultados ventas Induatenas 2023	55
Figura 23 Entrada Agregados El Austro. Sector: El Descanso.....	56
Figura 24: Estado de resultados Agregados del Austro 2024.....	57
Figura 25: Rookaazul. Sector: El Descanso.....	58
Figura 26: Estado de resultados Rookaazul 2024	59
Figura 27: Estado de resultados Vipesa 2024	62
Figura 28: Estados de resultados 2022 de Servicios, Materiales y Construcciones Cordero Vintimilla S.A.....	65
Figura 29: Evolución de ventas 2021 – 2023.....	67
Figura 30: Productos que comercializan las plantas de trituración.....	73

Figura 31: Análisis comparativo de precios Año 2025.....	77
Figura 32: Mapa de accesibilidad, distancia a centros poblados rurales, urbanos y zonas industriales. ZONA A24	84
Figura 33: Características geográficas y generales de las zonas potenciales específicas	86
Figura 34: Características intrínsecas y extrínsecas de las zonas potenciales específicas.....	86
Figura 35: Flujograma de proceso de trituración	92
Figura 36: Criba vibratoria Trio® Serie TF4616 Fuente: Catalogo At Weir Minerals	97
Figura 37: Trituradora de mandíbula. Modelo Trio CT 3042.....	98
Figura 38: Trituradora secundaria de Impacto. Modelo TRIO APS 5160.....	100
Figura 39: Cinta transportadora	101
Figura 40: Chute Pantalón	102
Figura 41: Principales características técnicas de zaranda vibratoria Trio Tio6203	103
Figura 42: Criba vibratoria Trio Tio6203	103
Figura 43: Cargadora frontal WA 470	104
Figura 44: Cargadora frontal WA 380-6.....	105
Figura 45: Croquis de infraestructura	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Áreas de influencia del proyecto	10
Tabla 2: Calendario de trabajo anual	18
Tabla 3: Pesos en Kg para 1m ³ de hormigón	38
Tabla 4: Ventas concreto HOLCIM.....	40
Tabla 5: Ventas de concreto Holcim a nivel de Ecuador.....	41
Tabla 6: Ventas Hormicenter del 2021 al 2024	43
Tabla 7: Venta de Hormiazuay del 2021 al 2024	44
Tabla 8: Ventas de concreto Hormigonera Hércules-UCEM	46
Tabla 9: Ventas Hormipisos desglose adoquines.....	49
Tabla 10: Cantidad metros cúbicos despachados año 2023	50
Tabla 11: Principales competidores	51
Tabla 12: Ventas Induatenas y desglose de volumen triturado.....	54
Tabla 13: Ventas Agregados del Austro	56
Tabla 14: Ventas ROOKAAZUL según Balances del 2021 al 2024.....	58
Tabla 15: Ventas Vipesa	61
Tabla 16: Ventas del 2021 al 2023 de Cordero Vintimilla	63
Tabla 17: Empresas que comercializan o utilizan Hormigón en del Azuay	68
Tabla 18: Requerimiento de agregados en zona de influencia del proyecto.....	68
Tabla 19: cantidad de agregado al año considerando la máxima capacidad de las plantas de hormigón en la zona.....	70
Tabla 20: Productos agregados para la venta.....	73
Tabla 21: Resumen volúmenes de venta Áridos y agregados sector Descanso.....	75
Tabla 22 Precios de comercialización en metro cúbico con IVA 2025	76
Tabla 23: Datos generales a considerar para la Planta de trituración de agregado.....	82
Tabla 24: Datos Operativos	82
Tabla 25: Descripción de la Zona A24	84
Tabla 26: Principales características del alimentador.....	96
Tabla 27: Principales características Trituradora de mandíbulas Fuente: Catalogo At Weir Minerals	98
Tabla 28: Principales características de Trituradora Impacto.....	99
Tabla 29: Principales características técnicas de cinta transportadora	100
Tabla 30: Especificaciones técnicas de equipo de carga WA 470-6R.....	104

Tabla 31: Especificaciones técnicas de equipo de carga WA 380-6	105
Tabla 32: Descripción de puestos de trabajo	107
Tabla 33: Distancia en km desde El Descanso hacia principales ciudades.	114
Tabla 34: Precios de Transporte	114
Tabla 35: Estimación de precios de transporte	115
Tabla 36: Red vial de conexión por ubicación estratégica de la planta.	116
Tabla 37: Desglose inversión fija	129
Tabla 38: Estimación de capital de trabajo inicial	131
Tabla 39: Cálculo mano de obra	133
Tabla 40: Resumen de costos fijos de Planta.....	134
Tabla 41: datos planta y potencia instalada aproximada	135
Tabla 42: Resumen Costos variables de la operación.....	139
Tabla 43: Productos ofertados por la Planta	142
Tabla 44: Precios establecidos para la venta.....	144
Tabla 45: Proyección de Ventas	147
Tabla 46: Evaluación financiera del proyecto	154

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tuvo como propósito analizar la viabilidad económica de implementar una planta de trituración de agregados en el sector de El Descanso. La zona cuenta con yacimientos de roca andesita, material que reúne las condiciones técnicas requeridas para la producción de agregados de alta calidad. Además, su localización estratégica permite atender la demanda de Cuenca, Azogues, Paute, Gualaceo y Chordeleg, donde la necesidad de estos insumos es constante y creciente.

El trabajo de titulación se desarrolló en cuatro capítulos. En el primer capítulo se caracteriza el proyecto, describiendo la ubicación geográfica, la geología local y las áreas de influencia, así como un marco conceptual sobre los equipos, la materia prima y los productos que se esperan obtener. Este apartado permite establecer las bases técnicas que sustentan la propuesta.

El segundo capítulo se centra en el análisis del mercado. Se identifican las necesidades del sector de la construcción, el aporte económico que este representa a nivel provincial y nacional, y se examina el panorama competitivo existente en la zona, donde se concentra la mayor parte de plantas de trituración del Azuay. Además, los principales clientes potenciales, como las industrias hormigoneras, las constructoras viales y las empresas de infraestructura, así como la estructura de precios vigente.

El tercer capítulo aborda las variables técnicas y económicas involucradas en el proyecto. Se detallan los equipos a utilizar, la capacidad de producción proyectada, la infraestructura necesaria y los procesos productivos. En cuanto a los aspectos económicos, se analizan los costos de inversión, gastos operativos, mano de obra, depreciación de activos y variables de transporte, factores clave para determinar la rentabilidad del proyecto.

Finalmente, el cuarto capítulo desarrolla el análisis económico-financiero, que incluye la estimación de costos de implementación, ingresos esperados y la evaluación de indicadores como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Estos parámetros permiten establecer con claridad si la inversión es factible y sostenible en el tiempo.

El documento concluye con las reflexiones derivadas del estudio, que servirán como base para la toma de decisiones estratégicas en torno a la implementación de la planta. De esta manera, se busca no solo responder a una necesidad inmediata del sector de la construcción, sino también aportar al desarrollo económico y social de las zonas involucradas, garantizando un modelo de producción sustentable y competitivo.

CAPÍTULO 1

INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Objetivos

Objetivo general:

Analizar la viabilidad económica para la implementación de una nueva planta de trituración de agregados en el sector de El Descanso.

Objetivos específicos:

- Analizar el entorno en donde se plantea el proyecto y la base conceptual
- Analizar el mercado de agregados en las zonas cercanas al proyecto
- Identificar las variables que intervienen en la factibilidad de implementación de una planta de trituración
- Analizar la factibilidad económica

1.2. Justificación

La creciente demanda de materiales de construcción, y el incremento de precios de los mismos desde inicios del 2022, fundamenta la presente investigación. La industria de los agregados desempeña un papel crucial en el desarrollo de viviendas, obras civiles y públicas, la cuales son pilares para el crecimiento económico de la provincia.

De este modo la implementación de una Planta de agregados se convierte en una solución conveniente para poder cumplir con la demanda del mercado, ya que la disponibilidad de estos materiales se encuentra limitada, también se ven afectados por los costos asociados con el transporte, los cuales se han incrementado en los últimos años.

El presente estudio se enfocó en analizar la factibilidad económica, la misma que servirá al campo de la ingeniería en minas, brindando un modelo de análisis en otros contextos.

1.3. Antecedentes

El sector minero que se enfoca en la extracción y aprovechamiento de materiales para la construcción denominados áridos y pétreos, los cuales en conjunto con el cemento conforman morteros, hormigones, otros componentes estructurales y otros elementos como bases y sobases. La producción y uso de estos han evolucionado técnicamente a través del tiempo, a partir del siglo XVII se iniciaron los primeros estudios realizando mezclas de cemento y hormigón, dando paso a que en 1902 se construya el primer edificio de apartamentos. (Concretos Ricasa, 2023)

Los conceptos de calidad y especificaciones técnicas en cuanto a la obtención de estos materiales para la construcción e ingeniería, genera importancia en cuanto al lugar de procedencia de este, teniendo en cuenta parámetros como origen, forma, tamaño y calidad del material. Es por esto por lo que las implementaciones de plantas de agregados se remontan al siglo XX, con métodos rudimentarios para la extracción y procesamiento limitando su eficiencia. En la década lo 1970 se introducen tecnologías como trituradoras, vibradoras y zarandas. (Pérez & Gómez, 1998)

En la actualidad las plantas de agregados a pesar de que son áreas altamente competitivas enfrentan dificultades o desafíos tales como; la disponibilidad de los materiales, ubicación de yacimientos ya que en regiones como la sierra y amazonia su característica geográfica montañosa crea inconvenientes de producción.

Teniendo en cuenta el incremento de la demanda de agregados y los desafíos técnicos, genera la necesidad de evaluar la viabilidad económica de una planta de agregado en la región, lo que generara un modelo sostenible, y la misma pueda satisfacer las demandas local y regional, apoyado en este estudio de factibilidad económica

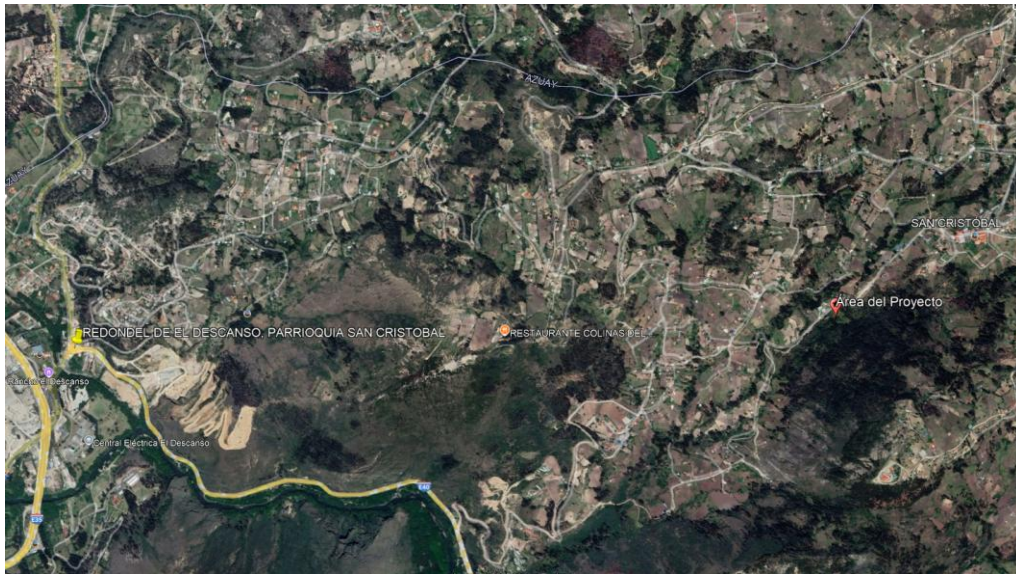
1.4. Ubicación del proyecto

El proyecto desarrollado se encuentra ubicado al sur del Ecuador, en la provincia del Azuay, cantón Paute, el cual está limitado al norte con: el cantón Azogues, al sur con el cantón Gualaceo; al este con el cantón Sevilla de Oro, El Pan y al oeste con el cantón Azogues y Cuenca.

En el sector específico denominado El Descanso, a una distancia aproximada de 69 kilómetros de la cabecera cantonal y a 20 kilómetros de la ciudad de cuenca.

Geográficamente la zona de desarrollo del proyecto se encuentra en las coordenadas: UTM WGS84 Zona 17S – 739696,27 E; 9686649,50 N, como se indica en la siguiente figura:

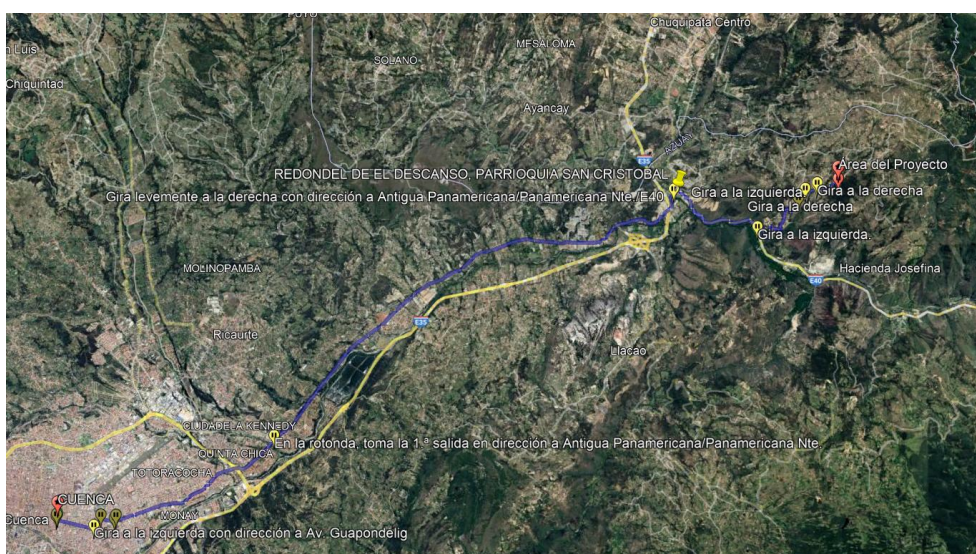
Figura 1: Ubicación del proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth (2025).

Se puede acceder al sector El Descanso del cantón Paute por la vía E40, pasando por los sectores Guachapala y El Cabo, vía que lleva directo hacia el lugar, o desde la ciudad de Cuenca por la panamericana Norte, cuya vía es asfaltada.

Figura 2: Via de acceso al proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth (2025).

1.5. Geología local

El cantón paute se encuentra en la región austral del Ecuador, específicamente en los andes centro sur, presenta una geología variada, influenciada por procesos tectónicos y volcánicos propios de los andes ecuatorianos, geológicamente formada por una serie metamórfica del precámbrico, donde se pueden notar cantos rodados areniscas, tobas, material fluvioglaciario conformado por las siguientes unidades geológicas:

Formación Alao: Está constituido por depósitos proximales y distales asociados a un arco volcánico, formados en un ambiente de abanico submarino cuya edad corresponde al Jurásico–Cretácico Inferior. Este terreno incluye las unidades Maguazo, El Pan y Alao Paute.

- Unidad Maguazo (JZ): Forma parte del basamento del Terreno Alao. Se caracteriza por una secuencia de basaltos andesíticos y turbiditas con un leve grado de metamorfismo. (Litherland et al., 1994). (Figura 1).
- Unidad Alao Paute (JP): También perteneciente al Terreno Alao, constituye el principal cinturón de rocas verdes de la región, aflorando a lo largo del río Paute. Su litología predominante corresponde a meta–andesitas, esquistos verdes, esquistos graníticos y pelíticos, así como cuarcitas y mármoles. La edad de depositación de esta unidad se estima en aproximadamente 160 millones de años. (Figura 1).

Formación Yunguilla: corresponde a la edad del Cretácico Temprano se encuentra de manera discordante sobre rocas metamórficas de los Guamote y Alao, y está cubierta por la secuencia sedimentaria de Cuenca, Tiene un espesor aproximado de 1500 metros, dentro de esta formación se identifican 3 litologías diferentes, como son:

- Los cherts de tonalidad gris y areniscas calcificadas con un cemento calcáreo.
- Pizarras mal consolidadas con lentes de piedra caliza y areniscas arcosas.

- Lutitas marinas y las lentes de piedra caliza. (Cartuche Loaiza, Cordero Soto & Pullaguari Araguanaza, 2023)

Formación Azogues: Corresponde a la edad del Mioceno Superior, esta formación está constituida por dos miembros más: Chochas y Guapán, en la secuencia estratigráfica predomina las areniscas tobáceas de color pardo, con un tamaño de grano medio a grueso, acompañadas por intercalaciones de limonitas, arcillas y lutitas en capas delgadas. En su base, se identifican conglomerados con clastos bien redondeados que están presentes en múltiples niveles. (Cartuche Loaiza, Cordero Soto & Pullaguari Araguanaza, 2023).

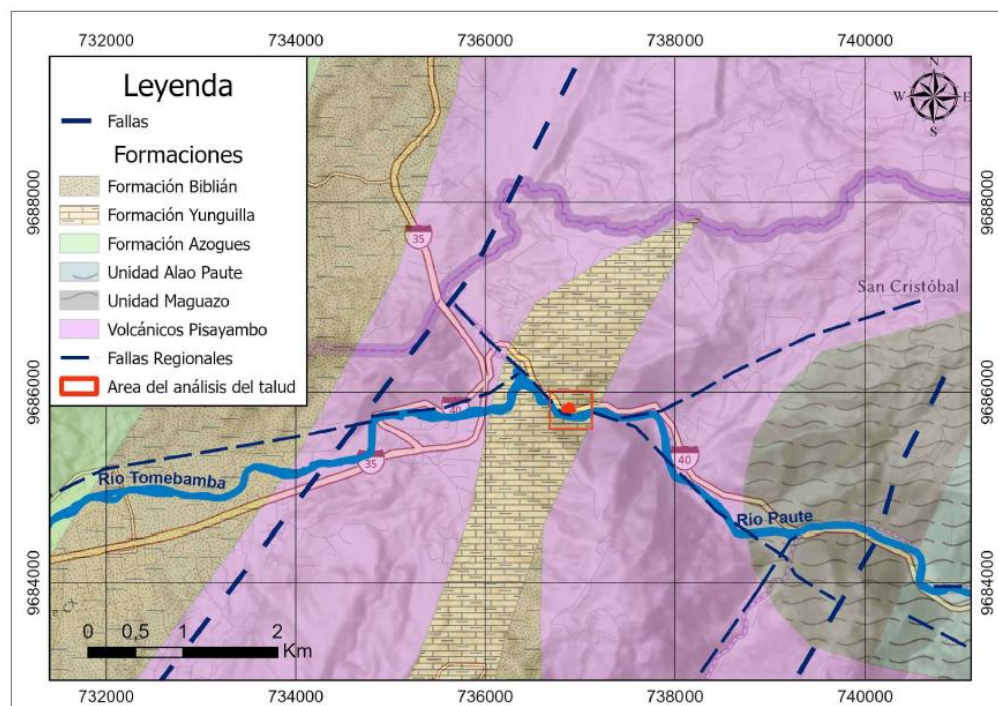
Formación Biblián: Pertenece a la unidad geológicas de la cuenca de Cuenca, está cubierta de manera discordante por depósitos volcánicos, de edad Miocénica, la cual se desarrolló en un ambiente fluvial caracterizado por un patrón de trenzado a meándrico, y su litología incluye arcillolitas limosas y areniscas de tonalidad rojizas purpuras. Las rocas presentan variación entre arenisca fina y gruesa, así como conglomerados, con niveles volcánicos intercalados junto a sedimentos. Se apoya discordantemente sobre la Formación Yunguilla y las rocas del Grupo Saraguro, con un espesor mínimo estimado de 1000 metros. (Gonzaga Garzón, 2018)

Grupo Saraguro

Este conjunto geológico aflora ampliamente en el sur de la Cordillera Occidental y se caracteriza por una secuencia de rocas volcánicas donde predominan las composiciones andesíticas y dacíticas, con una menor presencia de materiales riolíticos. Entre sus componentes destacan las ignimbritas piroclásticas, que alcanzan espesores considerables de entre 500 y 2000 metros. Su edad corresponde al Oligoceno tardío y Mioceno temprano (Baldock, 1982). Está integrado por las formaciones Loma Blanca, Saraguro, Chinchillo y Alausí.

- **Volcánicos de Pisayambo:** La denominación Volcánicos de Pisayambo fue propuesta por Bristow (1982) para referirse a la antigua Formación Chinchillo, perteneciente al Grupo Saraguro y considerada equivalente a la serie volcánica de Santa Isabel. Este conjunto está conformado por rocas volcánicas que varían desde composiciones andesíticas hasta riolíticas, y en algunos casos presentan procesos de alteración hidrotermal. Su edad geológica se ubica entre el Oligoceno y el Mioceno temprano. (Hungerbühler, 1995)

Figura 3: geología regional



Fuente: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [Senplades], (2010).

1.6. Áreas de influencia del proyecto

Debido a las características de la actividad a realizar por la planta de agregados, el área de influencia del presente proyecto se encuentra delimitada por aquellos centros

poblados cercanos al proyecto donde el consumo de materiales de agregados tiene una alta demanda. La cual ha sido definida en base a:

- *Ubicación geográfica:* Se encuentran los cantones, parroquias cercanas del lugar de ejecución del proyecto.
- *Aspectos socioeconómicos:* Actividades económicas de la población, infraestructura existente como carreteras o vías.
- *Infraestructura y acceso:* Evaluación de las vías principales, secundarias con capacidad para soportar el tránsito relacionado con la planta y redes de transporte, por lo que tomando en cuenta los aspectos ya mencionados se ha identificado las siguientes áreas de influencia.

Tabla 1: Áreas de influencia del proyecto

CANTÓN	DISTANCIA (KM)	ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	INFRAESTRUCTURA Y ACCESO
CUENCA	21	Tercera ciudad más grande del Ecuador. Centro económico austral. La construcción y la industria de manufactura son los principales ingresos de la ciudad.	Cuenta con una red vial que facilita la conectividad, accesibilidad tanto interna como con otras regiones, como son: Av. De las américas Av. España, autopista cuenca - azogues Av. Loja, Av. Ordoñez Lasso, etc.
PAUTE	22	A nivel provincial es el cuarto cantón que aporta a la producción del Azuay. La construcción ocupa la cuarta posición en actividades económicas productivas del cantón.	Su red vial permite una adecuada circulación, estas rutas pueden ser: Vía interoceánica E40, vía cuenca-San Cristóbal-Paute, Vía Azogues-Leonan-Bulán, Paute.
GUALACEO	18	El sector de la construcción está en el tercer puesto en cuanto a las actividades más representativas del	Sus vías conectan al Azuay con Morona Santiago con sentido noroeste y sureste, esta red vial consta de: Vía colectora Gualaceo -Gualaquiza E594,

		cantón. El comercio se ve impulsado por las remesas, dentro de la provincia tiene el 1.24% de VAB.	Vía Gualaceo-plan de milagro-Limón Indanza, Vía Uzhoc-Granda.
AZOGUES	12	Ciudad que se encuentra en crecimiento y expansión. EL 68% de las empresas de la ciudad las conforman el sector comercial y de servicios.	Cuenta con una red vial que permite el acceso tanto para el tránsito urbano como para el transporte pesado, como son: Carretera Panamericana norte E35, transversal austral E40. Secundarias como: Av. 24 de mayo Av. Andrés F Córdova, etc.

Fuente: Elaboración propia (2025).

1.7. Marco conceptual

Planta de trituración

Instalación industrial en la cual se procesa material mineral de río o macizos rocosos, estos son transformando en fragmentos pequeños, para lo cual se utiliza maquinaria para reducir el tamaño, mediante este proceso se logra obtener la granulometría adecuada para las industrias tales como: construcción, minería, fabricación de cemento, etc.,

Materias Primas: Material árido y pétreos

Son materiales naturales que sirven como materia prima para diferentes obras civiles y arquitectónicas, estos materiales son los que resultan de la separación o desgaste de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas con estabilidad química, resistencia mecánica y resistentes a agentes atmosféricos, su proceso industrial no debe ser más que la trituración y/o clasificación granulométrica. (Méndez Abarca, 2019)

Equipos y maquinaria

- **Tolva de recepción**

Estructura en forma cónica diseñada para recibir y almacenar material de forma temporal, construida de materiales resistentes al desgaste ya que debe soportar la descarga de las volquetas o cargador frontal de manera directa.

- **Alimentador Vibratorio**

Parte del equipo que mediante vibraciones controladas dosifica material a la trituradora primaria, su función principal es mover, dosificar y distribuir uniformemente los materiales asegurando que los materiales fluyan de manera constante y uniforme. Los bloques con sobre tamaños deben ser evitados de ingresar a la trituradora, estos debes tener otro proceso. (Loja Bueno, 2019)

- **Trituradora**

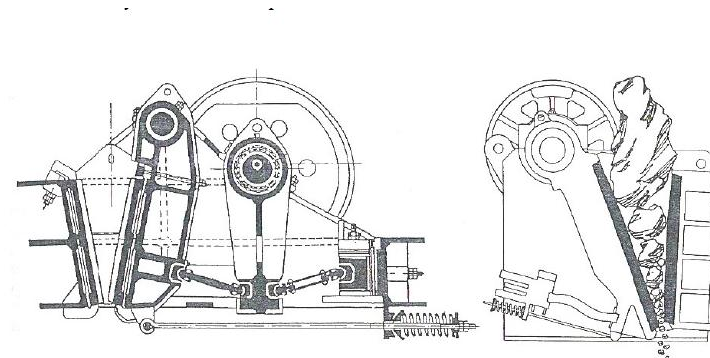
La función esencial de la trituradora consiste en reducir el tamaño de las rocas o materiales mediante la aplicación de esfuerzos mecánicos que superan su resistencia estructural, ocasionando su fractura. Este proceso permite un manejo más eficiente del material triturado, el cual se transporta a través de cintas y se transforma en productos con una granulometría controlada, adecuados para diversas aplicaciones en la construcción y otras industrias. (Mejía Escobar, 2011).

A continuación, se describen los principales tipos de trituradoras:

Trituradora de mandíbula

Conformada por placas una fija y otra móvil, la forma de triturar es por compresión del material, mediante el movimiento pendular, ideal para materiales duros. (Mejía Escobar, 2011).

Figura 4: Trituradora Blake



Fuente: Espejo Malo, J. (2008)

Trituradora de impacto

La forma en que se tritura el material es por barras de impacto que giran a alta velocidad, aplicable para materiales menos duros como caliza y estas pueden controlar su granulometría a la salida del proceso.

Figura 5: Trituradora de impacto marca Henan Liming Road & Bridge Heavy



Fuente: Mejía Escobar, D. (2008)

Trituradora de cono

Reduce el tamaño mediante compresión entre un cono central y una carcasa fija, debido al movimiento excéntrico de un móvil, el cual arroja material hacia otro manto (fijo) ideal para trituración secundaria en adelante, el paso del material se debe a que mientras se hace el acercamiento en un punto, en el opuesto se aleja diametralmente. (Iguarán Salinas, 2008)

Figura 6: Trituradora de cono Telsmith 48S.



Fuente: Mejía Escobar, D. (2011)

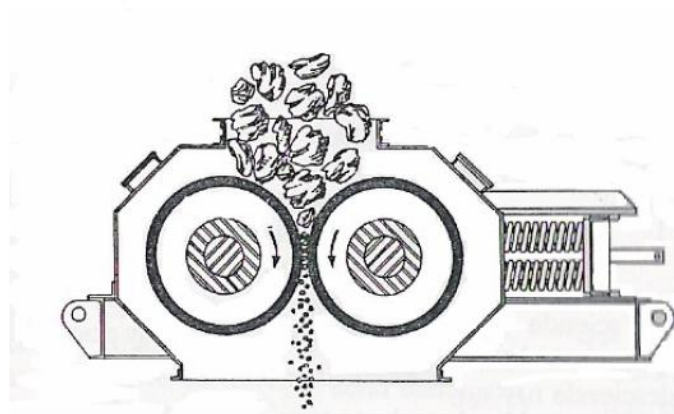
Trituradora de rodillo

Tritura el material entre dos cilindros los cuales giran en direcciones opuestas, las piedras que ingresan son sometidas a fuerzas que por el rozamiento las comprime hasta su fractura. Se utiliza para trituración fina y también para materiales húmedos y pegajosos. (Iguarán Salinas, 2008)

De los cuales existen dos tipos:

- De cilindros lisos: Actúa por compresión
- De cilindros dentados: Opera por cizallamiento

Figura 7: Esquema de trituradora de cilindros lisos

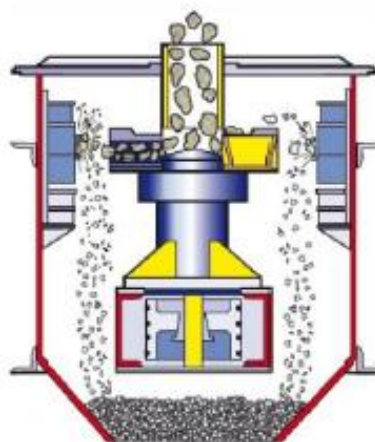


Fuente: Iguarán, L. (2008)

Trituradora VSI (impacto eje vertical)

Estas trituradoras son muy poco modernas, usan altas velocidades para impactar el material contra una superficie dura, lo cual produce partículas finas, se usan para producción de arena artificial. Los productos generados son de una buena forma cubica, su tasa de reducción es alta con materiales no demasiados finos. (Loja Bueno, 2019)

Figura 8: Trituradora de eje vertical



Fuente: Loja Bueno, H. (2019)

Cribado o clasificación

Conjunto de operaciones mecánicas para clasificar y separar en fracciones uniformes, materiales de acuerdo a sus dimensiones, estos materiales se pasan atreves de una malla o tamiz, con lo que se logra que los materiales de menor tamaño pasen (pasante) y los grandes son retenidos (sobredimensionados), para este proceso se usan zarandas vibratorias o cribas fijas.

Una de las razones de este proceso es debido a que los materiales resultantes de la trituración o molienda no cuentan con una distribución granulométrica homogénea.

Existe el cribado seco, sin utilización de agua de uso común en la clasificación de agregados en plantas de trituración, y el cribado húmedo en donde se usa agua, para la limpieza y evitar obstrucción de mallas, común en la producción de arena. (Labrador, 2017).

Cinta transportadora

Se encarga de trasladar materiales por medio de una banda móvil, entre dos puntos con cotas distintas, los elementos transportados son granulares y no cohesivos. Las cintas son impulsadas motores con tambores. (Loja Bueno, 2019).

Marco conceptual Operativo

Nos referimos a identificar la capacidad productiva de la planta, así como actividades operativas como lavado de los materiales y el lugar en donde se ubican los productos para su distribución y venta.

Capacidad de producción

La capacidad de producción mínima anual será de 360 mil toneladas, con un rendimiento de 30 mil toneladas por mes. Por otra parte, también se debe establecer un calendario laboral, con una jornada laboral de 12 horas diarias, durante 5 días a la semana, no se deberá considerar fines de semana y feriados legales. Tomando en cuenta los parámetros mencionados se presenta la siguiente ecuación: (Labra & López, 2016)

Ecuación días útiles de trabajo

$$\text{Días de trabajo (DT)} = (\text{días totales del año}) - (\text{sábados y domingos}) - (\text{feriados}) = \text{DT}$$

$$\text{Jornada laboral (JL)} = 8\text{h/día}$$

$$\text{Horas laborables al año (HL)} = \text{DT} \times \text{JL}$$

$$\text{PMP} = \frac{\text{Materia prima a procesar en m}^3/\text{año}}{\text{Horas laborables al año}}$$

Tabla 2: Calendario de trabajo anual

Descripción	Datos	Unidad
Días hábiles por año	365	días/año
Días laborables	253	días/año
Días hábiles por semana	5	días
Turno diario	7:00 – 12:00 a 13:00 a 19:00	horas
Horas de trabajo por semana	60	horas/semana
Horas de trabajo por día	12	horas /días
Horas efectivas de trabajo	9.9	horas/turno diario

Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: en los días laborables se restó fines de semana y feriados

Lavado de Áridos

Lavado con la función principal de eliminar impurezas, arcillas y polvos finos.

Sitios de almacenamiento

El material procesado es almacenado, en áreas previamente establecidas donde se debe tener en cuenta las cantidades del material y el tiempo de acopio, existen dos sistemas, los cuales son: almacenamiento en pila y en silos.

Especificaciones de los productos

Agregados

Combinación entre materiales como grava, arena o roca triturada, ya sean en su forma natural o procesada. Usados en el área de la construcción, en este caso especificaremos los agregados que nos corresponden en este trabajo.

Figura 9: Agregados.



Fuente: Fotografía propia (2025).

Agregados finos

Conformada por arena natural, arena fabricada o la combinación de estas dos, esta no debe contener impurezas. Este material al ser tamizado debe pasar a través del tamiz número 4 y ser retenido en el tamiz número 200, son utilizados en concreto, morteros y mezclas asfálticas. Deben cumplir las normas ASTM, INEN y especificaciones MTOP (Caiza Yungán, 2017).

Polvo-cisco (0-4 mm).

Agregado fino conformado por partículas pequeñas de material pétreo, siendo más fino que la arena convencional, subproducto por trituración, con características como:

- Alta densidad
- Mejora cohesión en morteros y concretos

Figura 10: Agregado fino

Tamiz (NTE INEN 154)	Porcentaje que pasa
9,5 mm	100
4,75 mm	95 a 100
2,36 mm	80 a 100
1,18 mm	50 a 85
600 µm	25 a 60
300 µm	5 a 30
150 µm	0 a 10

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), NTE INEN 872:2011

Agregados Grueso

Se obtiene mediante trituración y está conformado por la combinación de piedra triturada, grava o ripio ya sea de tamaño 3/4 o 3/8, y es el material que se retiene en el tamiz número 4. (Caiza Yungán, 2017)

- Agregado Piedra # 67 (4,75 - 19 mm).

Agregado grueso con tamaño de partículas entre 4.75 – 19 mm, Según la norma ASTM C33, de forma angular por el proceso de trituración.

- Agregado Piedra # 8 (4-12 mm)

Material que se produce por trituración, con rango de tamaño entre 4 a 15mm, con usos en drenajes, asfaltos, rellenos, etc.

Figura 10 Características del Agregado grueso según módulo de finura.

Composición del agregado grueso (%)							
	Módulo de finura						
Tamaño máximo del agregado (pulg.)	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3
3/8	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44
1/2	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53
3/4	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60
1	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65
1 1/2	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69
2	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72
3	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76
6	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81

Fuente: Álvarez Lema, J. (s.f.).

Áridos

Los áridos más conocidos en la zona del austro son materiales procedentes de la trituración para uso en estructura vial los cuales se dan a conocer a continuación:

Base

Es un material que está compuesto por una mezcla de proporciones entre arena y grava triturada, los tamaños varían dependiendo del diseño, son colocadas en estructuras como carreteras pavimentos o plataformas, estos deben cumplir requerimientos técnicos específicos tales como:

- Límite líquido de la fracción que pase el tamiz numero 40 debe ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. (Labra & López, 2016)
- Porcentaje de desgaste por abrasión ser menos del 40%
- El valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor a 80%.

Subbase

Material granular que resulta de la composición de gravas naturales, mezclas de suelo y agregados gruesos, con partículas más grandes que la base con tamaños entre 50 mm a 75 mm, dependiendo de los requerimientos

- Requisitos que deben cumplir el material subbase:
- Coeficiente de desgaste máximo de 50%
- La cantidad pasante por el tamiz numero 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 2.5

- La capacidad de soporte corresponderá aun CBR igual o mayor del 30%. (Loja Bueno, 2019)

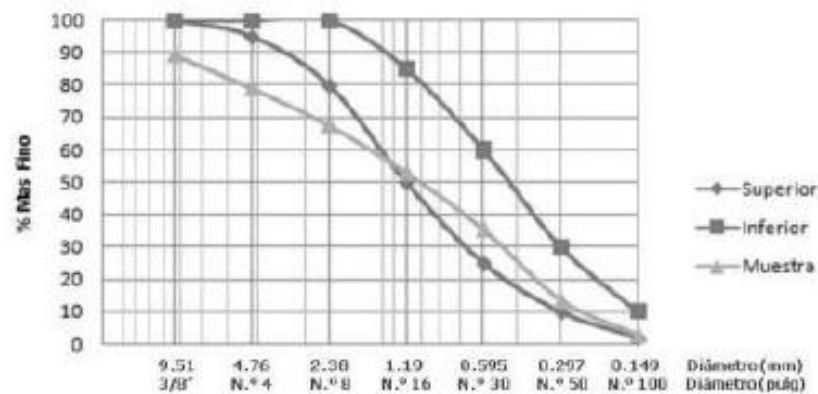
Figura 11: Clasificación de las rocas sedimentarias clásticas según la forma y tamaño del grano

ROCA	GRANO	FORMA DE GRANO MAS GENERAL	TAMAÑO DEL GRANO en mm
Conglomerado	Cantos y gravas	Redondeado	256 - 64
Brecha	Fragmentos Liticos	Angulares	64 - 5
Arenisca	Arena	Redondeado o Angular	5 - 0.074
Limolita	Limo	Redondeado	0.074 - 0.002
Arcillolita	Arcilla	Laminar	< 0.002

Fuente: Gutiérrez de López, L. (2011)

Por otra parte, la característica de los agregados está relacionada de forma directa con su granulometría la cual es el análisis y clasificación de materiales sólidos en función de la organización de tamaños permisibles de las partículas. Este estudio determina la distribución del tamaño de los agregados mediante un ensayo en el cual, utilizando mallas de diferentes aberturas, empezando desde malla de mayor diámetro hasta la más fina con una bandeja receptora en cada una, el material se somete a un tamizado con la ayuda de un agitador mecánico dentro de un tiempo establecido por la norma correspondiente, luego se establece los pesos retenidos en cada malla, los datos obtenidos se grafican y analizan, la gráfica se presenta mediante un curva granulométrica que muestra porcentaje de material que paso a través de cada malla. (Álvarez & Cañizares, 2023).

Figura 12: Curva Granulométrica



Fuente: Álvarez, J. (2023)

En el Ecuador los agregados que se aplican en el sector de la construcción están sometidos a especificaciones técnicas, las cuales están en normas técnicas ecuatorianas NTE INEN y en la norma ecuatoriana de la construcción NEC, dentro de estas las más relevantes son:

- NTE INEN 872: ÁRIDOS PARA HORMIGOS Y MORTERO
- NTE UNEN 696: ÁRIDOS. DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA
- NTE INEN 872: ÁRIDOS. DETERMINACION DE IMPUREZAS ORGANICAS
- NEC – SE –HM: ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO

Marco Conceptual Financiero

Costos

El concepto de costo se refiere al valor monetario de los recursos utilizados en la producción de bienes o servicios, e incluye tanto los desembolsos directos como los indirectos asociados al proceso productivo. Según Horngren, Datar y Rajan (2015), los costos se clasifican en costos fijos (aquellos que permanecen constantes independientemente del nivel de producción, como alquileres o seguros) y costos variables (aquellos que cambian proporcionalmente con el volumen de producción, como materia prima y energía).

En proyectos industriales, el análisis de costos es fundamental para determinar el punto de equilibrio, evaluar la rentabilidad y diseñar estrategias de optimización de recursos. Brealey, Myers y Allen (2019) enfatizan que una gestión adecuada de costos permite maximizar el margen operativo y, por ende, la sostenibilidad financiera del proyecto.

Ingresos

Los ingresos corresponden a los beneficios económicos obtenidos por la venta de bienes o prestación de servicios. De acuerdo con Gitman y Zutter (2015), los ingresos constituyen la principal fuente de financiamiento interno de una empresa y su análisis permite medir la capacidad de generación de valor del proyecto.

En términos contables, los ingresos se reconocen cuando se transfiere el control del bien o servicio al cliente y existe una probabilidad razonable de recuperación del valor pactado (International Accounting Standards Board [IASB], 2018). En proyectos de producción de áridos, los ingresos dependen del volumen comercializado, el precio unitario y la estabilidad de la demanda en el mercado de la construcción.

Presupuesto

El presupuesto es una herramienta de planificación financiera que proyecta, en un periodo determinado, los ingresos y costos esperados de una organización o proyecto. Según Garrison, Noreen y Brewer (2018), el presupuesto permite asignar eficientemente los recursos, coordinar las operaciones y establecer criterios de control para la toma de decisiones.

En el ámbito de proyectos de inversión, el presupuesto constituye un instrumento de control de gestión, ya que permite comparar los valores proyectados con los resultados reales, identificar desviaciones y aplicar medidas correctivas (Ross, Westerfield, & Jaffe, 2019). Asimismo, el presupuesto se convierte en un insumo indispensable para la evaluación financiera, pues facilita la elaboración de los estados proyectados y la estimación de indicadores como el VAN y la TIR.

Identificación de necesidades del mercado (producto)

Concepto fundamental para el desarrollo de productos o servicios con el objetivo de lograr satisfacer las demandas del consumidor. Mediante un proceso en el que una empresa analiza las expectativas y problemas del consumidor. Este análisis debe asegurar que el producto o servicio sea relevante y cumpla con las expectativas del mercado, también permitirá ofrecer soluciones únicas en comparación de sus competidores, para así poder reducir riesgos de fracaso con los productos nuevos ofrecidos. (Prettel Vidal, 2016)

Los pasos para identificar las necesidades son:

Investigación del mercado

Mediante análisis de datos de fuentes como informes sectoriales, bases de datos de mercados, estudios de competencia, publicaciones gubernamentales, etc., se logra entender quiénes son los consumidores y sus preferencias, esto dará una dirección para comprender e identificar oportunidades, así como problemas. Esto permitirá convertir los datos en información útil para la toma de decisiones. (Espíndola & Fajardo , 2014)

Segmentación del mercado

Consiste en dividir al mercado en segmentos pequeños con características variables físicas o de comportamiento como pueden ser; demográficas geográficas, socioeconómicas, usos del producto, etc., esto con el fin de poder de identificar, definir y personalizar la oferta, en el cual la empresa pueda desempeñar un papel principal y descubrir la zona geográfica en la que pueda tener mayor cantidad de clientes. (Vasquez Castro & Vera Arizaga, 2015)

Se describirá brevemente las principales variables para segmentar un mercado de consumidores:

Segmentación geográfica

La empresa deberá evaluar si opera en una o más áreas geográficas, para lo cual se debe dividir el mercado en unidades geográficas ya sean provincias, cantones, ciudades o parroquias, enfocadas en las necesidades, en el caso de ser necesario las variables geográficas deberán determinarse para cada producto individual.

Segmentación demográfica y Socioeconómica

Los factores demográficos están relacionados con datos personales y cuantificables con bases variables como edad, género, familia, ingresos, ocupación, educación, raza, religión y nacionalidad. Esto permitirá crear estrategias

Identificación del panorama competitivo

La evaluación de competencia se puede definir como obtener información cualitativa relevante acerca de las conductas de los competidores para poder evaluar el nivel de cumplimiento de los mismos, saber sobre su competencia sobre qué tan extensa es su línea de producción, como se está anunciando, condiciones de sus instalaciones etc., es decir que necesidades están satisfaciendo o ignorando de los consumidores. Esto logrará tener una ventaja competitiva dentro del mercado al que se dirige la empresa, haciendo distinguir el producto del negocio en cuestión. Siempre se podrá hacer algo mejor que los competidores. (Parmerlee, 1993)

Demanda

Se entiende por demanda a lo que está relacionado con lo que los consumidores desean adquirir ya sea bienes y servicios para satisfacer parcial o totalmente las necesidades del mercado. La demanda está relacionada indirectamente proporcional con el precio, ya que si el precio incrementa la demanda disminuye o si los precios disminuyen la demanda aumenta.

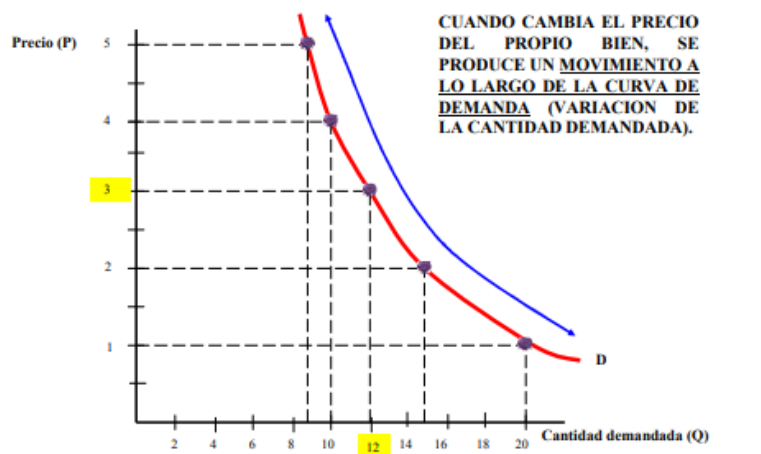
Para la aceptación o utilización de estos bienes y servicios, no solo influye el precio, también se debe considerar factores externos y ambientales, como pueden ser: (Ruales, 2013)

- Preferencias del consumidor
- Probabilidad de precios relativos futuros
- Tamaño de la población

Curva de la demanda

Es una representación gráfica que muestra la relación entre el precio de un bien y la cantidad de la demanda, es decir la cantidad de productos o bienes que los individuos estarían dispuestos a adquirir en función del precio.

Figura 13: Curva de la demanda



Fuente: Mankiw, 2017.

Oferta

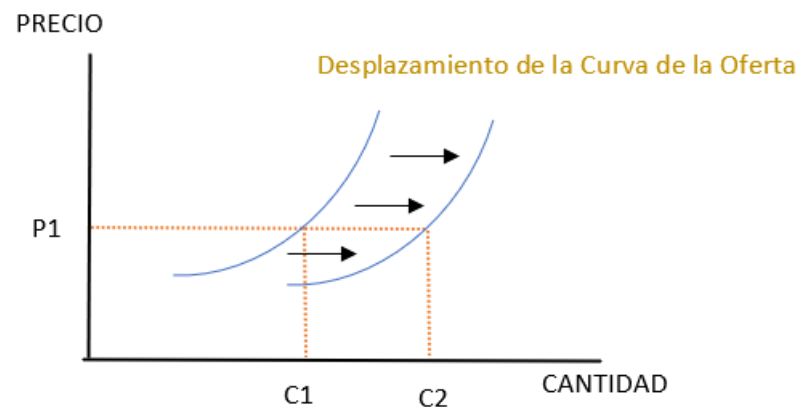
Concepto fundamental de la economía, la cual se entiende como la cantidad de bienes o servicios en los que los productores están dispuestos a ofrecer al mercado con precios determinados.

La ley de la oferta dice que hay una relación directa entre el valor de bien o servicio y la cantidad ofrecida, es decir que, si se mantiene todo constante, la cantidad ofrecida de un bien aumentara a medida que su precio se incremente o disminuya. (Asqui, Zumba, & Jácome, 2024)

Curva de la oferta

Representa la relación entre los precios y cantidades ofrecidas, es decir que la curva describe que mientras todos los factores que se relación con la oferta se mantienen constantes se muestra la combinación de precios y cantidades que se puede ofrecer, esta grafica tiene una curvatura cóncava hacia arriba.

Figura 14: Curva de la oferta



Fuente: Elaboración propia (2025).

A demás del precio son varios los factores que influyen la oferta, los cuales son

- Costo de producción
- Precio de insumos
- Factores de producción
- Tecnología

- Políticas gubernamentales

Nivel de precios

El precio es la suma de los valores que los consumidores dan a cambio de beneficios o de usar un producto o servicio. Es el promedio general de un bien o servicio dentro de un tiempo determinado, no es un precio fijo específico. Esto indica cuánto cuesta en promedio adquirir algún producto; cuando el nivel de precios aumenta se produce una revalorización general de los productos de la economía. (Ruales, 2013)

El cálculo del nivel de precios se basa en índices como:

- Índice de precio al consumidor (IPC)
- Índice de precios de productor (IPP)
- Deflactor del PIB

La variación de precios está relacionada con varios factores, pero el principal es la inflación, la cual es el incremento general de los bienes y servicios dentro un periodo de tiempo determinado, donde los precios aumentan y el dinero pierde valor.

Variables técnicas

Las variables técnicas se relacionan con las condiciones operativas y de diseño de la planta de trituración, las cuales determinan la eficiencia del proceso productivo. Entre estas variables se incluyen la capacidad instalada de la trituradora, la granulometría del producto final, el tipo de tecnología empleada y la eficiencia energética de los equipos. De acuerdo con Mejía Escobar (2011), la reducción de tamaño de materiales se logra al someter las rocas a esfuerzos que superan su resistencia, produciendo fragmentación y facilitando su manipulación en procesos posteriores. Asimismo, la literatura especializada señala que el

control de la granulometría y la selección del equipo adecuado influyen directamente en la calidad del producto y en el consumo de energía (Chávez, 2019).

Variables económicas

Las variables económicas hacen referencia a los factores financieros que determinan la viabilidad del proyecto. Estas incluyen los costos fijos y variables de operación, la inversión inicial en maquinaria e infraestructura, así como los ingresos proyectados por ventas. Según Gitman y Zutter (2015), el análisis financiero de un proyecto productivo debe considerar indicadores como:

- **Valor Actual Neto (VAN)**

Mide la diferencia entre el valor presente de los flujos de efectivo generados por un proyecto y la inversión inicial requerida. Su fundamento radica en el valor del dinero en el tiempo, considerando que un dólar recibido hoy tiene mayor valor que el mismo monto en el futuro debido al costo de oportunidad del capital (Ross, Westerfield, & Jaffe, 2019).

En síntesis, el VAN es uno de los indicadores más robustos en la evaluación de proyectos, ya que integra rentabilidad, riesgo y horizonte temporal, permitiendo una decisión objetiva sobre la conveniencia de la inversión (Gitman & Zutter, 2015).

- **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es un indicador financiero que representa la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos netos de caja futuros con la inversión inicial del proyecto. En otras palabras, es la tasa a la cual el Valor Actual Neto (VAN) de un proyecto es igual a cero (Ross, Westerfield, & Jaffe, 2019).

- **Período de Recuperación de la Inversión (PRI):**

El criterio de decisión establece que un proyecto es más atractivo mientras menor sea su PRI, ya que indica una recuperación más rápida del capital invertido, reduciendo el riesgo asociado a la incertidumbre de largo plazo (Brealey, Myers, & Allen, 2019). Cuando los flujos son variables, el cálculo requiere sumar los ingresos proyectados año a año hasta alcanzar el valor de la inversión, pudiendo interpolarse dentro del periodo en que se recupera parcialmente el capital (Ross, Westerfield, & Jaffe, 2019). Sin embargo, su principal limitación radica en que no considera los flujos posteriores al periodo de recuperación ni el valor del dinero en el tiempo, por lo que debe complementarse con indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

- **El Retorno sobre la Inversión (ROI, Return on Investment):**

Es un indicador financiero que mide la rentabilidad relativa de una inversión, expresando el beneficio obtenido en relación con el capital invertido. Su objetivo principal es mostrar cuán eficiente resulta una inversión para generar utilidades respecto al monto de recursos empleados (Gitman & Zutter, 2015). De acuerdo con Brealey, Myers y Allen (2019), el ROI es un indicador de uso extendido en la evaluación de proyectos y en la gestión empresarial, debido a su simplicidad interpretativa. Un ROI positivo y superior al costo de oportunidad refleja que la inversión es rentable, mientras que un ROI bajo o negativo indica que los recursos podrían haberse destinado de manera más eficiente en alternativas diferentes.

Estas reflejan la rentabilidad y el nivel de riesgo. De igual forma, la estructura de costos particularmente los costos logísticos y de materia prima que constituye una de las

principales variables que afectan el margen de utilidad en proyectos de áridos (Brealey, Myers, & Allen, 2019).

Variables de transporte

Las variables de transporte están vinculadas al movimiento del material desde la cantera hasta la planta y posteriormente hacia el consumidor final. Entre ellas destacan la distancia de transporte, el tipo de vía, el consumo de combustible, y los costos asociados a fletes y carguío. De acuerdo con Ross, Westerfield y Jaffe (2019), el transporte representa un componente crítico en la cadena de valor de proyectos extractivos, pues impacta directamente en los costos operativos y en la competitividad frente a otros proveedores. En este sentido, la proximidad de la planta a los centros de consumo constituye una ventaja estratégica, ya que reduce los costos logísticos y permite mayor eficiencia en las entregas (BCE, 2024).

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DEL MERCADO

2.1. Identificación de necesidades del mercado

Para identificar las necesidades del mercado, se inicia analizando información que brinda el banco central del Ecuador sobre uno de los sectores donde está enfocada la empresa en brindar sus productos y servicios que es el sector de la construcción.

De acuerdo con las estadísticas oficiales del Banco Central del Ecuador (BCE), el desempeño del sector de la construcción se mide a través del Valor Agregado Bruto (VAB), expresado en dólares constantes con año base 2007. Esta metodología permite evaluar la evolución real del sector descontando los efectos inflacionarios, aunque no refleja de manera directa los valores nominales corrientes. (BCE, 2024)

En este contexto, el VAB de la construcción registró USD 6 727,8 millones en 2021 (6,38 % del PIB nacional), USD 7 007,5 millones en 2022 (6,09 %), y USD 7 355,6 millones en 2023 (6,19 %). Para 2024 este valor es aproximadamente USD 4.816 millones (3,86 % del PIB nacional). (BCE, 2024; CFN, 2024).

Adicional se conoce que el PIB nominal de Ecuador bordea los USD 105 405 millones en 2021, USD 115 049 millones en 2022, USD 118 845 millones en 2023 y USD 124 676 millones en 2024, evidenciando que existe una caída en el año 2024, considerando la reducción global de la actividad económica en el país, acompañada por una baja en los niveles de inversión tanto pública como privada durante ese periodo.

En el 2025, se ve prometedor, se espera que el PIB de la construcción suba un 3% a 4% ya que se está activando la inversión pública y privada y se espera que sea el mejor año de los últimos 4 presentados anteriormente.

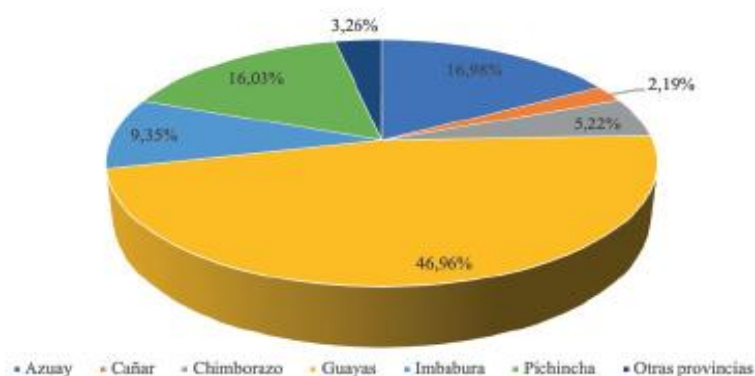
Otro dato importante que evidencia el crecimiento de la construcción en nuestro país y sector es el cuarto boletín del observatorio empresarial de Cuenca, en donde analiza el sector de la fabricación de productos no metálicos en el periodo 2009 – 2019, tomando en cuenta variables macroeconómicas como: Producto Interno Bruto (PIB) y el Valor Agregado Bruto (VAB), también las microeconómicas como: número de empresas, plazas de empleo promedio registradas masa salarial generada y volumen de ventas totales. El sector de la fabricación de productos no metálicos según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) la identifica como C23. (Ordoñez, Rivera, Matute , Luzuriaga , & Gonzalez, 2021)

Los resultados que se tomaron en cuenta para este estudio fueron los siguientes:

El aporte del sector a la economía nacional: El aporte del sector C23 a la economía: el sector dentro del periodo señalado había aportado en 11.79% al VAB de manufactura y 10.8% al PIB.

Aporte del sector a la economía por provincia: El estudio fue realizado en 6 provincias como se muestra en la figura 15 de la composición del VAB, en donde se visualiza que concentración de la actividad en el Azuay es 16,98%, el sector es importante para la economía total.

Figura 15: Porcentaje promedio de aporte al VAB del sector por provincia



Fuente: Banco Central del Ecuador [BCE], 2020.

Características de las empresas y volumen de ventas generadas

Ahora bien, es importante sectorizar las industrias a las cuales se puede atender con productos agregados; para obtener datos se ha revisado los reportes financieros de las empresas hormigoneras, que producen morteros y las ventas que realizan las empresas actuales que fabrican agregados para tener una visión clara de la realidad del mercado.

Según Díaz, Esparza, González, Pozo y Tupiza (2022) el precio del concreto se encuentra entre USD 99,06 y USD 129,04 por metro cúbico, dependiendo de su resistencia, tal como se ve en la siguiente tabla:

Figura 16: Precio Hormigón Premezclado

Costos del Hormigón Premezclado			
RESISTENCIA	UNIDAD	COSTO	PROVEEDOR
f'c=180 kg/cm²	m ³	\$99,06	Holcim
f'c=210 kg/cm²	m ³	\$104,45	Holcim
f'c=240 kg/cm²	m ³	\$109,15	Holcim
f'c=280 kg/cm²	m ³	\$115,47	Holcim
f'c=350 kg/cm²	m ³	\$129,04	Holcim

Fuente: Díaz, Esparza, González, Pozo & Tupiza, 2022.

Para poder definir la cantidad de agregado grueso y fino que se considera en el hormigón, Orbe Pinchao y Zúñiga Morales (2013) dan a conocer la cantidad de materiales que se requieren para 1m³ de hormigón.

Tabla 3: Pesos en Kg para 1m³ de hormigón

	PESOS EN Kg PARA 1 m ³			
	AGUA	CEMENTO	ARENA	RIPIO
Dosificación 1	233.96	349.02	697.53	958.57

Fuente: Orbe Pinchao & Zúñiga Morales, 2013.

Como se observa en este ejemplo 1m³ equivale en peso a 2239,08 Kg, es decir en porcentaje el agregado fino representa el 31,15% y el agregado grueso el 42,81%.

Ahora bien, con la información obtenida daremos a conocer datos de las principales empresas que consumen agregados en el Azuay.

HOLCIM

Es una empresa multinacional que lidera el mercado en cuanto a la comercialización de cemento y hormigón del Ecuador, tiene presencia en varios países de Latinoamérica y cuenta con una Planta de Hormigón en la ciudad de Cuenca con una excelente tecnología e infraestructura innovadora, esta se encuentra dentro de las 10 empresas manufactureras más importantes del Ecuador. (Trujillo, 2015).

Ubicación de las Plantas de Concreto de Holcim Ecuador

Según la página oficial de Holcim Ecuador (Holcim Ecuador, 2025), las plantas de concreto están distribuidas en varias ciudades estratégicas del país. A continuación, se da a conocer las ubicaciones a nivel nacional:

- Planta San Eduardo: ubicada en Av. Barcelona y José Rodríguez Bonín (urbanización San Eduardo), en Quito.
- Planta Ambato: Km 3.5 en Huanchi Belén, vía a Riobamba, provincia de Tungurahua.
- Planta Manabí – Manta: Km 4.5 en la vía Manta–Montecristi, provincia de Manabí.
- Planta Quito – Norte: Calle Manuel Zambrano #200 y Panamericana Norte, Km 3, en Quito.
- Planta Quito – Sur: Av. Ayapamba y Manglaralto, también en Quito.
- Planta Machala: Km 4.5 en la vía Machala–Pasaje, provincia de El Oro.
- Planta Cuenca: ubicada en El Toril y circunvalación, junto al parque industrial, en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay.
- Planta Pascuales: Km 14 vía Daule, en la provincia del Guayas.
- Planta Piady: Km 11.5 vía Durán–Yaguachi, también en Guayas.
- Planta Pifo (concreto): Km 4.2 vía a Pifo–Papallacta, provincia de Pichincha.
- Planta Quevedo: Av. Panamericana E25, Km 5.5 vía a Buena Fé, en Quevedo, provincia de Los Ríos.

Como se observa existen alrededor de 11 plantas a nivel nacional, para lo cual se ha revisado los estados financieros presentados por Holcim Ecuador para definir las ventas de

hormigón a nivel nacional y obtener el volumen aproximado de ventas. (Holcim Ecuador, 2025)

Para la obtención de datos, nos enfocaremos en la venta de concreto realizado a nivel nacional según los estados financieros del 2021, 2022, 2023 y 2024.

Figura 17: Ejemplo de fragmento del Informe Económico de Holcim Ecuador 2022

4. Ventas

Durante los años 2023 y 2022, los ingresos ordinarios provenientes de acuerdos con clientes se formaban de la siguiente manera:

	31.12.2023	31.12.2022
Venta de cemento y clinker	259,258	286,328
Venta de concreto	75,979	71,121
Venta de agregados	4,496	3,946
Prestación de servicios	2,408	4,163
Venta de otros materiales de construcción y ferretería	370	140
Total ventas	342,511	365,698

Fuente: (Holcim Ecuador, 2025)

Tabla 4: Ventas concreto HOLCIM

VENTA DE CONCRETO EN ECUADOR		
AÑOS	HORMIGONERA HOLCIM	
2021	\$	52.766.000,00
2022	\$	71.121.000,00
2023	\$	75.979.000,00
2024	\$	68.640.000,00

Fuente: (Holcim Ecuador, 2025).

Luego, se considera como referencia el precio establecido en la figura 17 del hormigón de 240 kg/cm² que es el más común del mercado para identificar el porcentaje que

representa la planta de hormigón de Cuenca en relación a las ventas del Holcim Ecuador, considerando que se estima un promedio de ventas mensuales en 2025 de 7500 m³.

Tabla 5: Ventas de concreto Holcim a nivel de Ecuador

VENTA DE CONCRETO EN ECUADOR			
Años	Hormigonera Holcim	Precio m³ hormigón 240 kg/cm²	Volumen aproximado en m³ de hormigón vendido al año
2021	\$ 52.766.000,00	\$ 109,15	483426,48
2022	\$ 71.121.000,00	\$ 109,15	651589,56
2023	\$ 75.979.000,00	\$ 109,15	696097,11
2024	\$ 68.640.000,00	\$ 109,15	628859,37
Promedio=	\$ 67.126.500,00	\$ 109,15	614993,13

Fuente: Elaboración propia (2025)

Con esta información en base a las ventas por volumen establecidas, se calcula que el porcentaje de aporte de la Planta de Hormigones de Cuenca en m³ de hormigón al volumen de ventas es de 14,63%.

Cabe indicar que la capacidad de planta que tiene instalada Holcim para producir hormigón es de aproximadamente 12000 m³ y que al día de hoy estaría funcionando a 62,5% de su capacidad instalada.

HORMICENTER

Hormicenter Cía. Ltda. es una compañía ecuatoriana dedicada a la producción y distribución de hormigón premezclado y derivados, cuya planta principal se encuentra en el kilómetro 8 de la Autopista Azogues–Cuenca, parroquia Javier Loyola (sector El Cisne), en la provincia del Cañar (Hormicenter, 2025). La trayectoria de la empresa refleja un proceso de consolidación en el mercado del sur ecuatoriano, destacándose en Azuay y Cañar, donde se ha convertido en uno de los principales proveedores de materiales destinados a la industria de la construcción.

La planta dispone de tecnología moderna que asegura mezclas con propiedades de resistencia y durabilidad, en cumplimiento con las normas técnicas nacionales. Además de la producción de hormigón premezclado, la compañía comercializa postes y ofrece transporte especializado, lo que le permite diversificar su portafolio de productos (Hormicenter, 2025).

En el ámbito empresarial, Hormicenter ha mantenido un crecimiento sostenido gracias a su orientación hacia la innovación y la atención al cliente, colaborando con empresas constructoras, entidades estatales y proyectos de infraestructura. Según datos de los informes financieros obtenidos de la Superintendencia de compañías, valores y seguros del Ecuador se ha obtenido las ventas anuales desde el 2021 hasta el 2024, para luego poder calcular el volumen de hormigón vendido al año promedio.

Figura 18: Estado de resultados Integral Hormicenter 2022

 SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS, VALORES Y SEGUROS	RAZÓN SOCIAL	HORMI-CENTER CIA. LTDA.	
	DIRECCIÓN	VIA RAPIDA AZOGUES-CEUNCA Y AUTOPISTA AZOGUES CUENCA No. S/N BARRIO: EL	
	EXPEDIENTE	145746	
	RUC	0391014140001	
	AÑO	2022	
	FORMULARIO	SCV.NIIF.145746.2022.1	
ESTADO DE RESULTADO INTEGRAL			
CUENTA		CÓDIGO	VALOR (En USD\$)
INGRESOS DE ACTIVIDADES ORDINARIAS		401	3066887.4

Fuente: (Superintendencia de Compañías, 2025).

A continuación, se entregan los datos de los estados de resultados integrales desde el 2021 al 2024 de Hormicenter:

Tabla 6: Ventas Hormicenter del 2021 al 2024

VENTA DE CONCRETO HORMICENTER			
Años	Hormicenter	Precio m³ hormigón 240 kg/cm²	Volumen aproximado en m³ de hormigón vendido al año
2021	\$ 2.552.687,86	\$ 109,15	23386,97
2022	\$ 3.066.887,43	\$ 109,15	28097,92
2023	\$ 3.696.011,41	\$ 109,15	33861,76
2024	\$ 2.613.001,51	\$ 109,15	23939,55
Promedio=	\$ 2.982.147,05	\$ 109,15	27321,55

Fuente: Elaboración propia (2025)

Según el promedio de volumen de hormigón vendido al año, mensualmente Hormicenter estaría comercializando un aproximado de 2500 m³ de hormigón; cabe indicar que la capacidad de planta que tiene instalada Hormicenter para producir hormigón es de aproximadamente 8000 m³ y que al día de hoy estaría funcionando a 31,25% de su capacidad instalada.

HORMIAZUAY (Hormigones del Azuay Cía. Ltda.)

Hormigones del Azuay Cía. Ltda., comercialmente conocida como Hormiazuay, es una empresa ecuatoriana con sede en Cuenca que se especializa en la producción industrial de una amplia gama de materiales para la construcción, tales como hormigón, morteros, adoquines, adhesivos y piedra decorativa, además de otros productos complementarios. Su infraestructura combina tecnología de vanguardia con personal técnico capacitado, lo que le

permite ofrecer productos caracterizados por su calidad, durabilidad y adaptabilidad a diversas aplicaciones, como obras civiles, infraestructura habitacional y vial (Catálogo Virtual Hormiazuay, 2025).

Figura 19: Estado de resultados ejemplo de Hormiazuay

 SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS, VALORES Y SEGUROS	RAZÓN SOCIAL	HORMIGONES DEL AZUAY CIA. LTDA.
	DIRECCIÓN	AV. GONZALEZ SUAREZ Y PANAMERICANA NORTE No. KM. 3 1/2 BARRIO: MACHANGARA
	EXPEDIENTE	33534
	RUC	0190333825001
	AÑO	2022
	FORMULARIO	SCV.NIF.33534.2022.1
ESTADO DE RESULTADO INTEGRAL		
CUESTA		CÓDIGO
INGRESOS DE ACTIVIDADES ORDINARIAS		401
		VALOR (En USD\$)
		10344901,21

Fuente: Superintendencia de Compañías. (2025).

A continuación, se entregan los datos de los estados de resultados integrales desde el 2021 al 2024 de Hormiazuay:

Tabla 7: Venta de Hormiazuay del 2021 al 2024

VENTA DE CONCRETO HORMIAZUAY				
Años	Hormiazuay	Hormigón (60% aprox de las ventas)	Precio m³ hormigón 240 kg/cm²	Volumen aproximado en m³ de hormigón vendido al año
2021	\$ 7.375.946,69	\$ 4.425.568,01	\$ 109,15	40545,74
2022	\$ 10.344.901,21	\$ 6.206.940,73	\$ 109,15	56866,15
2023	\$ 11.111.894,79	\$ 6.667.136,87	\$ 109,15	61082,34
2024	\$ 11.123.219,91	\$ 6.673.931,95	\$ 109,15	61144,59

Promedio	\$ 9.988.990,65		\$ 109,15	54909,71
Anual:				
Promedio de m³ vendidos por mes:				4575,81

Fuente: Elaboración propia (2025)

Según se conoce el aproximado a 60% de las ventas de la empresa representan al hormigón o concreto, el resto hace referencia a productos complementarios, lo cual nos entrega un dato de 4575,81 m³ de hormigón vendido de manera mensual; cabe indicar que la capacidad de planta que tiene instalada Hormiazuay para producir hormigón es de aproximadamente 7500 m³ y que al día de hoy estaría funcionando a 61,01% de su capacidad instalada.

HORMIGONERA HERCULES (UNIÓN CEMENTERA NACIONAL)

La Unión Cementera Nacional (UCEM) es una de las principales compañías del sector de la construcción en Ecuador. Dentro de su portafolio de negocios se encuentra la línea de concreto premezclado, comercializada bajo la marca Hormigones Hércules, que cuenta con plantas distribuidas en diferentes ciudades del país, incluyendo la provincia del Azuay. (UCEM, s.f.; Santafé Valores, 2024)

La planta ubicada en Cuenca, en el kilómetro 13.5 de la Panamericana Norte, permite abastecer a proyectos de construcción locales y regionales, convirtiéndose en un punto estratégico para el sur del país. Hormigones Hércules se distingue por el uso de tecnología industrial moderna y procesos certificados, lo que asegura la calidad y resistencia de sus mezclas, alineadas con los estándares normativos nacionales e internacionales. (UCEM, s.f.; Santafé Valores, 2024)

En términos empresariales, esta línea de hormigón de UCEM fortalece la competitividad de la compañía frente a otras productoras del mercado como Holcim, Hormicenter o Hormiazuay. Su presencia en el Azuay le permite atender tanto obras públicas como privadas, aportando al desarrollo urbano e infraestructural de la región, además de consolidarse como un referente nacional en la producción de concreto (UCEM, s.f.; Santafé Valores, 2024)

Figura 20: Extracto del Estado Financiero UCEM año 2021

25. INGRESOS PROVENIENTES DE ACUERDOS CON CLIENTES

Durante los años 2021 y 2020, los ingresos por contratos se formaban de la siguiente manera:

	2021	2020
Cemento	131,792,359	111,010,487
Hormigón	18,687,371	13,797,134
Prefabricados y otros	13,238,635	1,185,350
	163,718,365	125,992,971

Fuente: Superintendencia de Compañías. (2025).

A continuación, se entregan los datos de los estados de resultados integrales desde el 2021 al 2024 de Hormigones Hércules:

Tabla 8: Ventas de concreto Hormigonera Hércules-UCEM

VENTA DE CONCRETO UCEM- HORMIGONERA HERCULES				
Años	UCEM	Hormigonera hércules (20% aprox. de las ventas)	Precio m³ hormigón 240 kg/cm²	Volumen aproximado en m³ de hormigón vendido al año
2021	\$18.687.371,00	\$ 3.737.474,20	\$ 109,15	34241,63
2022	\$29.754.568,00	\$ 5.950.913,60	\$ 109,15	54520,51

2023	\$32.953.709,00	\$ 6.590.741,80	\$ 109,15	60382,43
2024	\$32.963.194,00	\$ 6.592.638,80	\$ 109,15	60399,81
Promedio anual:	\$28.589.710,50		\$ 109,15	52386,09
Promedio de m³ vendidos por mes:				4365,51

Fuente: Elaboración propia (2025)

Asimismo, se incorpora un extracto del informe financiero de UCEM correspondiente al año 2021, en el que se presentan las ventas vinculadas al segmento de concreto. A partir de esta información y de un análisis estimativo, se considera que la participación de la provincia del Azuay dentro de las ventas nacionales alcanza aproximadamente el 20 %, porcentaje que se toma como referencia para proyectar el volumen de comercialización de hormigón en dicha provincia, lo cual nos entrega un dato de 4365,51 m³ de hormigón vendido de manera mensual; cabe indicar que la capacidad de planta que tiene instalada Hormigones Hércules es de aproximadamente 8000 m³ y que al día de hoy estaría funcionando a 54,45% de su capacidad instalada.

HORMIPISOS

Hormigones y Pisos Hormipisos Cía. Ltda., conocida comercialmente como Hormipisos, es una empresa con sede en Cuenca, provincia del Azuay, dedicada a la fabricación de productos prefabricados de hormigón. Desde su fundación en 1987, la compañía ha consolidado una trayectoria que la posiciona como referente nacional en la producción de adoquines y elementos de pavimentación, gracias a la calidad, variedad y durabilidad de sus materiales (EMIS, 2025).

El portafolio de Hormipisos incluye bloques, adoquines, bordillos, baldosas y otros productos complementarios, caracterizados por su diversidad de diseños, colores y formatos, lo que permite responder a distintas necesidades constructivas, tanto en proyectos residenciales como en obras de infraestructura urbana (Hormipisos, s. f.; Construx, s. f.). La empresa destaca, además, por el uso de procesos tecnológicos que garantizan resistencia y uniformidad en sus prefabricados, respaldando su competitividad frente a otros productores del sector.

La localización de su planta en la circunvalación sur de Cuenca constituye una ventaja estratégica que le permite atender con eficiencia la demanda regional y proyectarse a nivel nacional (Allbiz, s. f.). En este sentido, Hormipisos se consolida no solo como un proveedor clave para el Azuay, sino también como una empresa de alcance nacional que aporta al desarrollo de soluciones constructivas sostenibles en el Ecuador (Hormipisos, s. f.; EMIS, 2025), dispone de una red de cuatro plantas de producción ubicadas en Quito, Machachi, Durán y Cuenca, lo que le permite atender de manera eficiente la demanda del mercado ecuatoriano.

Se estima que un metro cúbico de adoquines tiene un precio promedio de aproximadamente USD 82, siendo este producto uno de los más representativos de Hormipisos. Este valor corresponde a un volumen equivalente a unas 625 piezas, considerando que un adoquín típico posee dimensiones de $20\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 8\text{ cm}$ ($0,20\text{ m} \times 0,10\text{ m} \times 0,08\text{ m}$), lo que representa un volumen unitario de $0,0016\text{ m}^3$, cifra que sustenta el cálculo realizado.

Ahora bien, se ha obtenido información de las ventas realizadas por Hormipisos de los informes financieros de los años 2021 al 2024, tal como se ve a continuación considerando

que Planta Cuenca representa aproximadamente el 15% de las ventas a nivel nacional
obteniendo que:

Tabla 9: Ventas Hormipisos desglose adoquines.

VENTA HORMIPISOS				
Años	Hormipisos	Planta cuenca	Precio promedio del m³ adoquín	Volumen aproximado en m³ de adoquín de hormigón vendido al año
2021	\$ 12.149.150,30	\$ 1.822.372,55	\$ 82,00	22224,06
2022	\$ 19.141.313,68	\$ 2.871.197,05	\$ 82,00	35014,60
2023	\$ 21.969.484,08	\$ 3.295.422,61	\$ 82,00	40188,08
2024	\$ 19.666.189,77	\$ 2.949.928,47	\$ 82,00	35974,74
Promedio Anual:	\$ 18.231.534,46		\$ 82,00	33350,37
Promedio de m³ vendidos por mes:				2779,20

Fuente: Elaboración propia (2025)

Como se observa en la tabla anterior, la cantidad de hormigón - adoquín es de
2779,20 m³ para la Planta cuenca.

Requerimiento del sector público

Según el análisis provincial, se evidencia que el sistema vial provincial juega un
papel importante en la necesidad de agregados en la provincia, es por esto que se revisó los
datos de la empresa pública Asfaltar EP, la cual se encarga de brindar soluciones viales al

sector público y privado; en el año 2023 indica en su INFORME DE GESTIÓN DE LA EMPRESA PÚBLICA DE ÁRIDOS Y ASFALTOS DEL AZUAY que se ha despachado 17.770,29 m³ de agregados para asfalto.

Tabla 10: Cantidad metros cúbicos despachados año 2023

HISTÓRICO DE DESPACHOS MENSUAL DE AGREGADOS PÉTREOS	
Mes/Año	2023
Enero	1.090,00
Febrero	1.135,00
Marzo	1.840,00
Abril	-
Mayo	745,00
Junio	1.883,00
Julio	894,00
Agosto	1.756,50
Septiembre	2.303,00
Octubre	1.877,50
Noviembre	2.694,74
Diciembre	1.551,50
Total	17.770,24

Fuente: Empresa Pública de Áridos y Asfaltos del Azuay [ASFALTAR EP], 2023

Del mismo modo otro referente del sistema vial a nivel cantonal es la Dirección General de Áridos y Pétreos del Municipio de Cuenca, el cual, mediante publicaciones en su página web indica que el año 2024 se ha despachado 12.0748 metros cúbicos de materiales pétreos para vías.

Según lo analizado podemos establecer que los productos ofrecidos por la empresa tienen una amplia variedad de aplicaciones como lo son: para la fabricación de hormigones, mezclas de concreto, para el área de la construcción; y también los agregados usados para: asfalto, relleno y estabilización de vías, las cuales son muy necesarios en la provincia.

2.2 Identificación del panorama competitivo

La mayor cantidad de plantas de trituración que abastecen de materiales a los cantones de Paute, Cuenca, Gualaceo, Azogues y Chordeleg, por mencionar los que más interactúan estas plantas, están ubicadas en el sector del El Descanso, las cuales no abastecen el consumo del mercado, por lo que los consumidores se ven obligados a adquirir los productos desde otras localidades como son Santa Isabel y Yunguilla, es por este motivo que se plantea analizar las ventas que se registran en la zona del descanso para obtener información y posible mercado para los agregados en la zona..

Principales competidores

Se ha procedido a visitar cada una de las principales empresas que se identifican en la tabla 11 para obtener la información presentada, las cuales ofrecen productos áridos y agregados en la zona El Descanso y alrededores:

Tabla 11: Principales competidores

EMPRESA	UBICACIÓN	MATERIALES
ROOKAAZUL	El Descanso	✓ Triturado $\frac{3}{4}$ ✓ Triturado $\frac{3}{8}$ ✓ Polvo de trituración. ✓ Base – Sub-base (Obra vial) ✓ Arena
VIPESA	El Descanso	✓ Triturado $\frac{3}{4}$ ✓ Chispa $\frac{3}{8}$ ✓ Polvo de trituración.

		✓ Obra vial (Base) ✓ Arena
PLANTA MATUTE	El Descanso	✓ Bases ✓ Piedra plen ✓ Mejoramiento
ARIDOS INDUATENAS	El Descanso	✓ Bases ✓ Piedra plen ✓ Subase ✓ Piedra muro ✓ Mejoramiento ✓ Piedra escollera
AGREGADOS DEL AUSTRO	Sector La Josefina	✓ Bases ✓ Piedra plen ✓ Subase ✓ Piedra muro ✓ Mejoramiento ✓ Piedra escollera
SERVICIO MATERIALES CORDERO VINTIMILLA	Sidcay	✓ Triturado $\frac{3}{4}$, ✓ Triturado $\frac{3}{8}$ ✓ Polvo de trituración ✓ Arena mediana

Fuente: Elaboración propia (2025)

Se realiza una breve descripción de cada empresa:

- **ÁRIDOS Y AGREGADOS DEL SUR “INDUATENAS S.A.S.:** Esta empresa se encuentra ubicada en el sector de El Descanso a 200m del redondel vía Paute y tiene la ventaja que se encuentra en pie de mina donde se obtiene la materia prima. Su giro de negocio se enfoca en los materiales áridos como base, subbase, mejoramiento, piedras de cantera entre otros; su materia prima proviene de las áreas mineras Victoria Código: 102039, Victoria I Código: 101969 y Victoria II Código: 101993, cuyo titular minero es la empresa Fuenlabrada, socio estratégico de esta empresa. Potencial empresa para la fabricación de agregado.

Figura 21: Áridos Induatenas



Fuente: Fotografía propia (2025).

Según se ha consultado, los valores de ventas de esta empresa representan un 2 A 3,5 % de las ventas globales de Induatenas S.A.S., de esta manera se ha realizado la investigación en la Superintendencia de compañías y se obtiene que:

Tabla 12: Ventas Induatenas y desglose de volumen triturado

VENTAS INDUATENAS							
Años	Induatenas	Áridos y agregados del sur (3% al 5,5% aprox. de las ventas)	Ventas de áridos triturados	% de venta de materiales triturados respecto a ventas de línea de negocio	Precio promedio m ³ de áridos	Volumen aproximado en m ³ de triturado vendido al año	Volumen aproximado en m ³ de triturado vendido al año
2021	\$32.521.034,1	\$ 975.631,02	\$652.100	66,84%	\$ 8,45	77171,60	6430,966469
2022	\$36.063.964,4	\$1.983.518,04	\$1.721.700	86,80%	\$ 9,60	179343,75	14945,3125
2023	\$29.914.065,9	\$1.495.703,30	\$1.321.663	88,36%	\$ 9,75	135555,18	11296,26496
2024	\$28.896.717,0	\$ 707.969,57	\$ 490.000	69,21%	\$ 9,60	51041,67	4253,472222
Promedio Anual:	\$31.848.945,40	\$1.290.705,48			\$ 9,35	110778,05	9231,50

Fuente: Elaboración propia (2025)

El cuadro presentado refleja una estimación del comportamiento de las ventas de áridos y agregados vinculados a la empresa Induatenas S.A. en el período 2021–2024. Para su elaboración, se tomó como base la información de ventas generales reportadas por la compañía, de las cuales se consideró que los áridos y agregados representan entre el 3 % y el 5,5 % de dichas ventas anuales.

A partir de este porcentaje de participación, se calcularon los valores correspondientes a la comercialización de áridos triturados, expresados tanto en términos monetarios como de volumen. El precio promedio por metro cúbico (m³) se estimó sobre la base de los rangos usuales de comercialización en el mercado local durante los años analizados (USD 8,45 a USD 9,75), obteniéndose un valor promedio de USD 9,35/m³.

El volumen anual aproximado de áridos vendidos se determinó dividiendo el valor de las ventas entre el precio promedio por m³, lo cual permitió obtener resultados coherentes con la dinámica del sector. En promedio, se estiman 110.778 m³ anuales, equivalentes a un aproximado de 9.231,5 m³ de triturado efectivamente comercializado por año, cifra que refleja la magnitud de la participación de este segmento en la línea de negocio.

Estos cálculos constituyen una aproximación técnica válida para analizar la importancia de los áridos y agregados en la estructura de ventas de Induatenas, proporcionando un referente cuantitativo que permite valorar tanto la representatividad del producto en el mercado como su proyección económica dentro de la empresa.

Se adjunta un ejemplo de donde se obtiene los datos en la Superintendencia de Compañías:

Figura 22: Estado resultados ventas Induatenas 2023

 SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS, VALORES Y SEGUROS	RAZÓN SOCIAL	INDUATENAS S.A.	
	DIRECCIÓN	PANAMERICANA NORTE Y OCTAVIO CHACON No. S/N BARRIO:	
	EXPEDIENTE	30724	
	RUC	0190087719001	
	AÑO	2023	
	FORMULARIO	SCV.NIIF.30724.2023.1	
ESTADO DE RESULTADO INTEGRAL			
CUENTA		CÓDIGO	VALOR (En USD\$)
INGRESOS DE ACTIVIDADES ORDINARIAS		401	29914065.98

Fuente: Superintendencia de Compañías. (2025).

- **AGREGADOS DEL AUSTRO S.A.S.:** Según EMIS (2022), Agregados del Austro S.A.S. es una empresa ecuatoriana que funciona desde 2022, ubicada en Jadán – La Josefina, a 8 km del sector El Descanso, opera en minas y realiza el procesamiento de áridos y pétreos.

Figura 23: Entrada Agregados El Austro. Sector: El Descanso



Fuente: Fotografía propia (2025).

Coordenadas WGS84: 735920,95E 9686105,76N

De igual manera se ha realizado una investigación referente a las ventas anuales de esta empresa para poder definir un volumen de áridos y agregados que comercializan para la obtención de datos de mercado:

Tabla 13: Ventas Agregados del Austro

VENTAS AGREGADOS DEL AUSTRO						
Años	Agregados del Austro	Precio promedio m³ de áridos	% de venta de agregado	Volumen aprox. en m³ de triturado vendido al año	Volumen aprox. en m³ de triturado vendido al año	Volumen aprox. en m³ de agregado vendido al año
2024	\$1.306.894,11	\$ 12,00	50%	108907,84	9075,653542	4537,826771

Fuente: Elaboración propia (2025)

El cuadro muestra la información de ventas de la empresa Agregados del Austro correspondiente al ejercicio fiscal 2024, de acuerdo con los registros oficiales presentados ante la Superintendencia de Compañías del Ecuador. En dicho período, la empresa alcanzó

un volumen de ventas de USD 1.306.894,11, consolidándose como un actor relevante en el mercado de áridos y agregados de la región sur del país.

El precio promedio aproximado de comercialización se situó en USD 12,00 por m³ de áridos, valor que refleja las condiciones reales de transacción en el sector. A partir de este precio, se determinó un volumen total de venta de 108.907,84 m³ de triturado, de los cuales 9.075,65 m³ corresponden a triturado directo. Considerando que la empresa representa aproximadamente el 50 % del total de ventas de agregados en el Austro, su participación efectiva para el año 2024 equivale a 4.537,82 m³ de agregados vendidos.

Figura 24: Estado de resultados Agregados del Austro 2024

 SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS, VALORES Y SEGUROS	RAZÓN SOCIAL	AGREGADOS DEL AUSTRO S.A.S.	
	DIRECCIÓN	ESTATAL E45 Y SIN INTERSECCION No. KM 11 BARRIO:	
	EXPEDIENTE	339091	
	RUC	0195105014001	
	AÑO	2024	
	FORMULARIO	SCV.NIIF.339091.2024.2	
ESTADO DE RESULTADO INTEGRAL			
CUENTA		CÓDIGO	VALOR (En USD\$)
INGRESOS DE ACTIVIDADES ORDINARIAS		401	1306894.11

Fuente: Superintendencia de Compañías. (2025).

- **Rookaazul CIA. LTDA:** Según Según EMIS (2022) es una empresa presente en el mercado desde 1998 que cuenta con un nivel de producción alto respecto a los agregados para la construcción; se ha evidenciado que la materia prima es transportada ya que cuenta con mina propia llamada Tiburón ubicada en el río Jubones en Santa Isabel, y también se abastece de minas del sector para triturar este material en su planta de trituración se encuentra en el descanso.

Figura 25: Rookaazul. Sector: El Descanso



Fuente: Fotografía propia (2025).

Se realiza la revisión del estado de resultados de esta empresa en la Superintendencia de compañías para obtener un volumen aproximado de ventas en el año:

Tabla 14: Ventas ROOKAAZUL según Balances del 2021 al 2024

VENTAS ROOKAAZUL				
Años	Ventas	Precio promedio m³ de agregados	Volumen aproximado en m³ de triturado vendido al año	Volumen aproximado en m³ de triturado vendido al mes
2021	\$2.812.729,0	\$ 17,80	158018,49	13168,20726
2022	\$2.414.082,1	\$ 17,80	135622,59	11301,88263
2023	\$1.976.986,1	\$ 17,80	111066,64	9255,55309
2024	\$2.156.026,9	\$ 17,80	121125,11	10093,75899
Promedio Anual:	\$2.339.956,0	\$ 17,80	131458,21	10954,85

Fuente: Elaboración propia (2025)

La tabla refleja la evolución de las ventas de Minera Rookaazul Cía. Ltda. en el período 2021–2024. Los valores monetarios presentados corresponden a cifras oficiales reportadas a la Superintendencia de Compañías del Ecuador, lo que garantiza la confiabilidad de los datos financieros utilizados como base.

Para determinar los volúmenes aproximados de áridos comercializados, se empleó un precio promedio de USD 17,80 por m³, valor que fue establecido a partir de levantamientos de información en campo, lo cual otorga representatividad real a las condiciones del mercado local de materiales de construcción.

Con esta metodología se calculó que, en promedio, la empresa alcanzó ventas anuales de USD 2.339.956,07, equivalentes a 131.458,21 m³ de áridos. De dicho volumen, alrededor de 10.954,85 m³ corresponden específicamente a triturado, producto que constituye uno de los principales rubros de la compañía.

En términos de comportamiento, los datos evidencian una ligera tendencia decreciente entre 2021 y 2023, con un repunte parcial en 2024. Este patrón sugiere que, si bien existen variaciones coyunturales en la demanda, Rookaazul mantiene una participación estable en el mercado regional de áridos, sustentada en su capacidad productiva y en su posicionamiento estratégico en la provincia del Azuay.

Figura 26: Estado de resultados Rookaazul 2024

 SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS, VALORES Y SEGUROS	RAZÓN SOCIAL	MINERA ROOKAAZUL CIA. LTDA.	
	DIRECCIÓN	PANAMERICANA NORTE Y SECTOR DESCANSO No. SN BARRIO:	
	EXPEDIENTE	31906	
	RUC	0190158616001	
	AÑO	2024	
	FORMULARIO	SCV.NIIF.31906.2024.1	
ESTADO DE RESULTADO INTEGRAL			
CUENTA		CÓDIGO	VALOR (En USD\$)
INGRESOS DE ACTIVIDADES ORDINARIAS		401	2156026.92

Fuente: Superintendencia de Compañías. (2025).

- VIPESA: Según Burneo (2017) esta empresa nace en 2011 como empresa familiar y se encuentra ubicada a pocos metros del sector de El Descanso, su nivel de producción es alto y mantienen una alianza con Áridos San Juan que mantiene áreas mineras en Paute, quienes le proveen de materia prima (terrazza aluval).

Figura 21: Vipesa. Sector: El Descanso



Fuente: Fotografía propia (2025).

Coordenadas WGS84: 735.963,61E 9.686.215,29N m

Se realiza la revisión del estado de resultados de esta empresa en la Superintendencia de compañías para obtener un volumen aproximado de ventas en el año:

Tabla 15: Ventas Vipesa

VENTAS VIPESA				
Años	Ventas	Precio promedio m ³ de agregados	Volumen aproximado en m ³ de triturado vendido al año	Volumen aproximado en m ³ de triturado vendido al mes
2021	\$ 2.064.596,05	\$ 17,90	115340,56	9611,713454
2022	\$ 2.233.347,61	\$ 17,90	124768,02	10397,33524
2023	\$ 2.599.639,36	\$ 17,90	145231,25	12102,6041
2024	\$ 2.722.186,53	\$ 17,90	152077,46	12673,12165
Promedio Anual:	\$2.404.942,39	\$ 17,90	134354,32	11196,19

Fuente: Elaboración propia (2025)

La tabla muestra el desempeño comercial de VIPESA en el período 2021–2024, considerando tanto los ingresos anuales como el volumen aproximado de agregados comercializados. Los datos de ventas corresponden a la información oficial registrada en la Superintendencia de Compañías del Ecuador, lo cual asegura la confiabilidad de la fuente.

Para la estimación de volúmenes se utilizó un precio promedio de USD 17,90 por m³ de agregados, valor representativo de la política de comercialización aplicada por la propia empresa. Con base en esta referencia, se determinó que VIPESA alcanza un volumen promedio anual de 134.354,32 m³ de agregados vendidos, de los cuales aproximadamente 11.196,19 m³ corresponden a triturado directo.

En términos de tendencia, los resultados reflejan un crecimiento sostenido en las ventas a lo largo del período de análisis. En 2021 los ingresos fueron de USD 2.064.596,05,

aumentando de forma constante hasta alcanzar USD 2.722.186,53 en 2024, lo que representa un incremento de más del 31 % en cuatro años. De manera paralela, el volumen comercializado también creció, pasando de 115.340,56 m³ en 2021 a 152.077,46 m³ en 2024.

Este comportamiento confirma la posición de VIPESA como un actor consolidado en el mercado de agregados de la región sur del Ecuador, destacando por la estabilidad de su precio unitario y por el crecimiento constante en sus volúmenes de venta.

Figura 27: Estado de resultados Vipesa 2024

 SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS, VALORES Y SEGUROS	RAZÓN SOCIAL	VIPESA CONSTRUCCIONES CIA. LTDA
	DIRECCIÓN	PANAMERICANA NORTE Y AUTOPISTA CUENCA AZOGUES No. S/N BARRIO:
	EXPEDIENTE	138488
	RUC	0190373479001
	AÑO	2024
	FORMULARIO	SCV.NIIF.138488.2024.1
ESTADO DE RESULTADO INTEGRAL		
CUENTA		VALOR (En USD\$)
INGRESOS DE ACTIVIDADES ORDINARIAS		2722186.53

Fuente: Superintendencia de Compañías. (2025).

- **SERVICIO MATERIALES CORDERO VINTIMILLA:** La empresa Servicios Materiales y Construcciones Cordero Vintimilla S.A. es una compañía dedicada a la explotación, producción y comercialización de materiales para la construcción en la provincia del Azuay. Constituida legalmente el 27 de septiembre de 2001, se encuentra registrada ante la Superintendencia de Compañías del Ecuador con el RUC 0190310868001, y tiene como representante legal al señor Bernardo José Vintimilla Malo. Su domicilio tributario está ubicado en la Panamericana Norte km 8,5, parroquia Llacao, cantón Cuenca, lo que le otorga una ubicación estratégica para atender la demanda del mercado regional.

El accionar de Servicios Materiales y Construcciones Cordero Vintimilla S.A. se enmarca en el desarrollo económico local, contribuyendo con el suministro de recursos esenciales para la construcción y generando empleo directo e indirecto en la provincia del Azuay. Asimismo, su permanencia de más de dos décadas en el mercado evidencia la solidez

de su gestión empresarial y su importancia dentro de la cadena productiva de materiales de construcción.

Figura 22: Vintimilla. Sector: Llacao



Fuente: Fotografía propia (2025).

Coordenadas WGS84: 729899,42E 9684207,86N

Se realiza la revisión del estado de resultados de esta empresa en la Superintendencia de compañías para obtener un volumen aproximado de ventas en el año:

Tabla 16: Ventas del 2021 al 2023 de Cordero Vintimilla

VENTAS CORDERO VINTIMILLA				
Años	Ventas	Precio promedio m³ de agregados	Volumen aproximado en m³ de triturado vendido al año	Volumen aproximado en m³ de triturado vendido al mes
2021	\$ 1.512.040,15	\$ 17,88	84566,00	7047,166993
2022	\$ 2.177.866,40	\$ 17,88	121804,61	10150,38404
2023	\$ 1.975.789,80	\$ 17,88	110502,79	9208,565436
Promedio Anual:	\$ 1.888.565,45	\$ 17,88	105624,47	8802,04

Fuente: Elaboración propia (2025).

La tabla presenta el comportamiento comercial de la empresa Servicios Materiales y Construcciones Cordero Vintimilla S.A. durante el período 2021–2023. Los valores de ventas anuales corresponden a la información reportada oficialmente ante la Superintendencia de Compañías del Ecuador, lo que otorga confiabilidad a las cifras utilizadas en el análisis.

El cálculo de volúmenes de agregados comercializados se realizó a partir de un precio promedio de USD 17,88 por metro cúbico (m^3), determinado en función de los precios de mercado de los materiales que la empresa oferta, tales como arena mediana, ripio chispa y polvo de piedra. Con esta referencia, se estimó un volumen promedio anual de 105.624,47 m^3 de agregados vendidos, de los cuales aproximadamente 8.802,04 m^3 corresponden a triturado.

El análisis muestra un crecimiento significativo de ventas en 2022, con ingresos de USD 2.177.866,40 y un volumen estimado de 121.804,61 m^3 , seguido de una ligera contracción en 2023, cuando las ventas se situaron en USD 1.975.789,80 y el volumen en 110.502,79 m^3 . A pesar de estas variaciones, la empresa mantiene un nivel de comercialización estable, con un promedio anual de USD 1.888.565,45 en ingresos, lo cual confirma su papel relevante como proveedor de agregados en la provincia del Azuay.

En síntesis, la tabla integra datos financieros oficiales con precios promedio de mercado, lo que permite cuantificar de forma precisa la escala de operación de la empresa y su aporte al abastecimiento de materiales de construcción en la región.

Figura 28: Estados de resultados 2022 de Servicios, Materiales y Construcciones Cordero Vintimilla S.A.

 SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS, VALORES Y SEGUROS	RAZÓN SOCIAL	SERVICIOS, MATERIALES Y CONSTRUCCIONES CORDERO VINTIMILLA S.A.
	DIRECCIÓN	PANAMERICANA NORTE Y CARRETERA A BARRIO BUENA ESPERANZA No. KM. 8.5 BARRIO:
	EXPEDIENTE	32361
	RUC	0190310868001
	AÑO	2022
	FORMULARIO	SCV.NIIF.32361.2022.1
ESTADO DE RESULTADO INTEGRAL		
CUENTA	CÓDIGO	VALOR (En USD\$)
INGRESOS DE ACTIVIDADES ORDINARIAS	401	2177866.40

Fuente: Superintendencia de Compañías. (2025).

- **PLANTA MATUTE:** Su producción esta únicamente destinada a la obra vial (base, mejoramientos y subbase). Esta empresa se encuentra ubicada en el sector de El Descanso, y tiene dificultades en la obtención de la materia prima debido a que no cuenta con canteras propias.

De acuerdo con la información revisada en fuentes oficiales, Martha Lucía Matute Salinas se dedica a la provisión de materiales destinados al sector público, principalmente a través de la Empresa Pública de Áridos y Asfaltos del Azuay (ASFALTAR EP). Su nombre consta en los registros de contratistas publicados en el portal oficial del Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP), en donde se identifica su participación como proveedora en procesos relacionados con la comercialización de insumos para obras de infraestructura (Servicio Nacional de Contratación Pública [SERCOP], 2023). Asimismo, los estados financieros publicados por ASFALTAR EP registran a Matute como parte de los proveedores vinculados a la ejecución de proyectos viales en la provincia del Azuay (ASFALTAR EP, 2021).

Esta información confirma que su actividad económica está directamente relacionada con la venta de materiales al sector público, constituyéndose en un agente que participa

dentro de la cadena de abastecimiento de áridos y agregados para proyectos de infraestructura vial.

Figura 23: Pétreos y canteras - Sector El Descanso



Fuente: (Vásquez, 2015)

De acuerdo con la información levantada en campo y considerando la capacidad operativa de la planta Matute, se estima que su volumen de comercialización alcanza aproximadamente 3.000 toneladas mensuales, lo que equivale a un promedio anual cercano a 36.000 toneladas de áridos. Esta cifra permite dimensionar la importancia de la planta dentro del abastecimiento regional de materiales para la construcción, consolidándola como un actor relevante en el mercado del Azuay.

2.3. Demanda

Según lo analizado en el punto 2.1 de este proyecto, las áreas con más demanda de agregados son el sector de la construcción.

Principales clientes o tipos de clientes

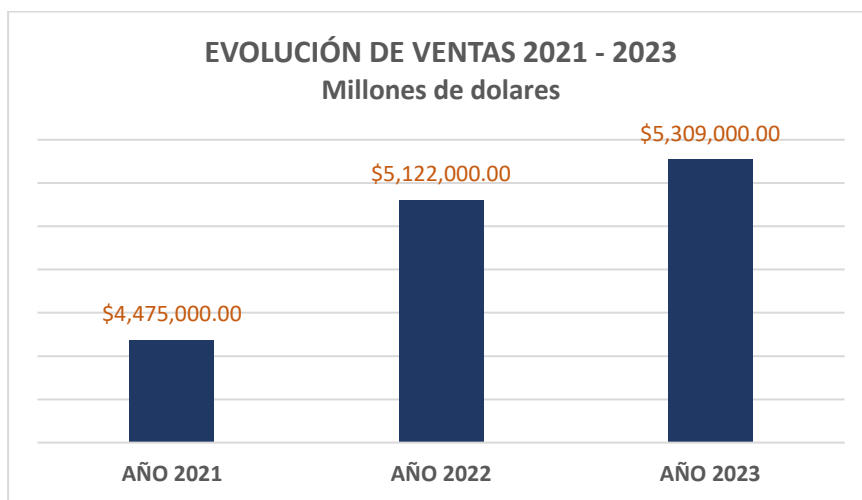
- Industria de la construcción

El sector de la construcción no cuenta con autonomía para ejercer su actividad como tal, por lo cual depende de industrias complementarias como: madera, plástico y de manera

directa con el área minera no metálica, en este caso los materiales triturados, llamados agregados, razón por la cual este sector es un dinamizador de la economía.

Para poder establecer un valor monetario sobre las ventas de la industria objetivo, debemos partir de los datos según el INEC sobre las ventas de todas las empresas a nivel nacional.

Figura 29: Evolución de ventas 2021 – 2023



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2023.

Las hormigoneras son un punto importante para tener en cuenta en este análisis, cabe mencionar que la estructura de la hormigonera en el Azuay es oligopólica y dentro de la misma se encuentran hormigoneras las cuales destacan y están dentro del área de influencia del proyecto, así como empresas que utilizan el hormigón para crear sus productos.

Tabla 17: Empresas que comercializan o utilizan Hormigón en del Azuay

Hormigonera Holcim (Cuenca)
Homicenter
Hormiazuay (Hormigones del Azuay)
Hormigonera Hércules (UCEM)
Hormigones y Pisos Hormipisos CIA. LTDA.
Agregados entregados por Asfaltar E.P.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Ahora bien, se consolida la información obtenida de los volúmenes de venta anual de las hormigoneras y de cuanto aporta el sector público, obtenemos que:

Tabla 18: Requerimiento de agregados en zona de influencia del proyecto

Empresas	Volumen de hormigón vendido o consumido al año (m³)	Agregado grueso (m³)	Agregado fino (m³)	Total de agregados (m³)
Hormigonera Holcim (Cuenca)	614993,13	263278,5584	191570,3596	454848,918
Homicenter	27321,55	11696,35505	8510,662454	20207,0175
Hormiazuay	54909,71	23506,84506	17104,37336	40611,21842
Hormigonera Hércules (UCEM)	52386,09	22426,48661	16318,26811	38744,75472
Hormipisos Cía. Ltda.	33350,37	14277,2925	10388,6396	24665,93211
ASFALTAR EP	17770,4	17770,4	17770,4	17770,4
Total General	800731,24	352955,9376	261662,7031	596848,2407

Fuente: Elaboración propia (2025).

La tabla presentada muestra la estimación del volumen anual de hormigón producido o consumido y el correspondiente requerimiento de agregados —gruesos y finos— por parte de las principales hormigoneras y entidades vinculadas en la provincia.

En primer lugar, la Hormigonera Holcim (Cuenca) registra un volumen de producción anual de 89.973 m³ de hormigón, lo que implica un consumo aproximado de 38.518 m³ de agregado grueso y 28.027 m³ de agregado fino, alcanzando un total de 66.544 m³ de agregados.

Por su parte, Hormicenter alcanza una producción de 27.322 m³ de hormigón, con un requerimiento de 11.696 m³ de agregado grueso y 8.511 m³ de agregado fino, lo que representa un total de 20.207 m³ de agregados.

De manera similar, Hormiazuay produce 54.910 m³ de hormigón, requiriendo 23.507 m³ de agregado grueso y 17.104 m³ de agregado fino, con un total de 40.611 m³ de agregados.

La Hormigonera Hércules (UCEM) registra un consumo anual de 52.386 m³ de hormigón, equivalente a 22.426 m³ de agregado grueso y 16.318 m³ de agregado fino, para un total de 38.745 m³ de agregados.

Asimismo, Hormipisos Cía. Ltda. alcanza un volumen de 33.350 m³ de hormigón, que demanda aproximadamente 14.277 m³ de agregado grueso y 10.389 m³ de agregado fino, totalizando 24.666 m³ de agregados.

En cuanto a ASFALTAR EP, se detalla un aporte de 17.770 m³ de agregados entregados, sin distinción entre gruesos y finos, ya que se contabilizan en un único volumen.

Finalmente, el total general evidencia que la suma de todas las empresas alcanza un volumen de 275.712 m³ de hormigón producido o consumido al año, con un requerimiento aproximado de 128.195 m³ de agregado grueso y 98.119 m³ de agregado fino, lo que representa un total de 208.544 m³ de agregados, es decir al mes se requiere un aproximado de 17.378,64329 m³.

Es importante mencionar que existe un sin número de empresas o comercializadoras de agregados a nivel del Azuay que se abastecen de productos agregados del río Jubones, lo cual puede aumentar la cifra mensual de requerimiento de agregado a un aproximado de 20.000 m³.

Ahora bien, considerando la máxima capacidad de las plantas hormigoneras, se realiza el cálculo respectivo:

Tabla 19: cantidad de agregado al año considerando la máxima capacidad de las plantas de hormigón en la zona

EMPRESAS	Vol. de hormigón Max. a producir o consumido al año (m³)	Agregado grueso (m³)	Agregado fino (m³)	Total de agregados (m³)
Hormigonera Holcim (Cuenca)	144000,00	61646,4	44856	106502,4
Hormicenter	96000,00	41097,6	29904	71001,6
Hormiazuay	90000,00	38529	28035	66564
Hormigonera Hércules (UCEM)	96000,00	41097,6	29904	71001,6
Hormipisos Cía. Ltda.	33350,37	14277,2925	10388,6396	24665,93211
Asfaltar E.P.	17770,4	17770,4	17770,4	17770,4
Total general	477120,77	214418,2925	160858,0396	357505,9321

Fuente: Elaboración propia (2025).

En esta última tabla se puede observar que considerando la mayor capacidad de las plantas de Hormigón se puede llegar a requerir al año 357.505 m³ aproximados, es decir 29.792 m³ aproximados mensuales.

Este análisis actualizado permite dimensionar la magnitud de la demanda de materias primas que genera la industria del hormigón, mostrando una distribución más equilibrada entre las distintas empresas y reafirmando la necesidad de una adecuada planificación en la extracción y suministro de agregados.

2.4. Oferta

La oferta de áridos y agregados en El Descanso y zonas aledañas se caracteriza por la presencia de varias empresas que abastecen el mercado de la construcción, cada una con distinta capacidad de producción y nivel de diversificación de productos.

Tal como se observa en la Figura 30, las compañías Agregados del Austro e Induatenas se destacan por ser las que presentan la mayor gama de productos. Ambas incluyen en su portafolio materiales como ripio ¾, chispa 3/8, polvo de piedra, bases, subbases, piedra de muro, piedra plen, piedra escolleras, arena, lastre y materiales para mejoramiento, lo que les permite cubrir un espectro amplio de la demanda a pesar de que INDUATENAS recién comienza a incurrir en la venta de agregados. Su nivel de diversificación les otorga una ventaja competitiva, ya que pueden atender tanto proyectos pequeños como obras de gran envergadura, además de tener la capacidad de adaptarse a las especificaciones técnicas de los contratistas.

En un rango intermedio se encuentran empresas como VIPESA, Rookaazul y Cordero-Vintimilla, cuya oferta se concentra en productos tradicionales: ripio, chispa, polvo de piedra, bases, subbases y piedra plen. Si bien presentan una menor variedad que las

líderes del sector, mantienen una presencia importante en el mercado local, principalmente en obras de infraestructura vial y construcción habitacional.

Por su parte, la Planta Matute presenta la oferta más reducida, con un portafolio limitado que incluye bases, subbases, mejoramiento y algunos agregados específicos. Esto refleja una especialización en determinados segmentos de la construcción, lo que le permite posicionarse en nichos concretos, aunque limita su participación en proyectos de mayor complejidad.

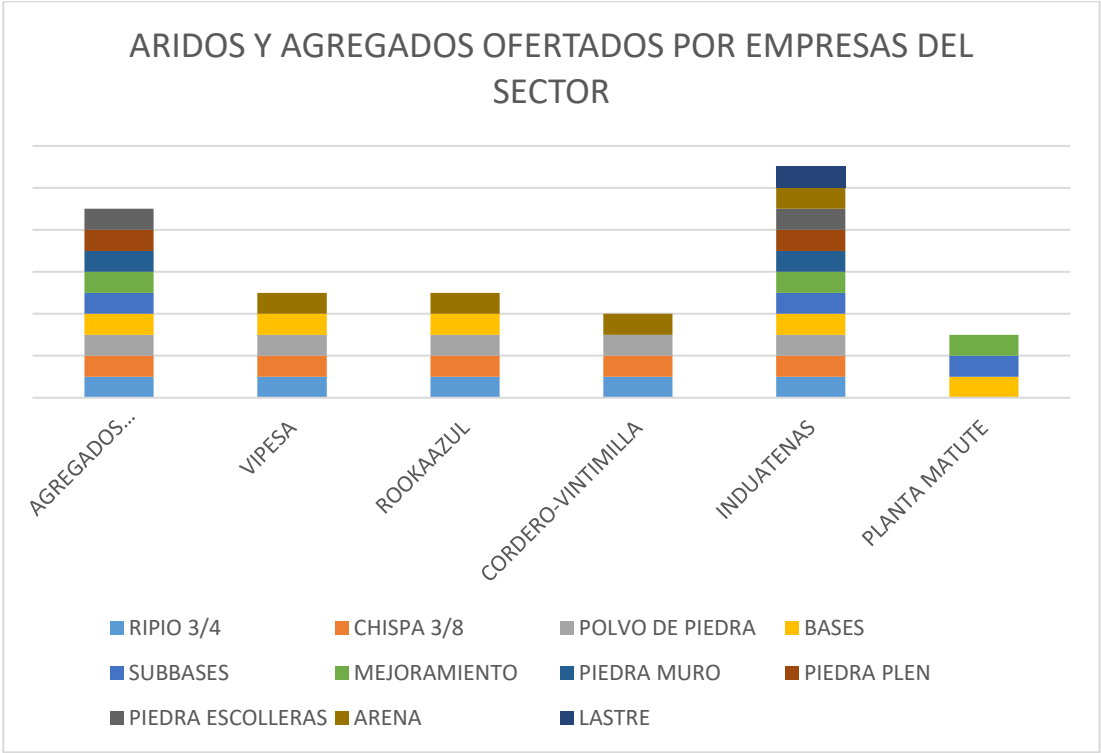
En conjunto, la oferta de áridos en la zona se caracteriza por:

- Alta concentración en pocas empresas (Agregados del Austro e Induatenas).
- Diversificación de productos en las plantas líderes, lo que garantiza un abastecimiento integral.
- Oferta especializada en empresas de menor tamaño, que atienden necesidades puntuales del mercado.

Una cobertura geográfica complementaria, ya que la localización de las plantas anteriormente identificadas responde a la cercanía con fuentes de material pétreo y a su capacidad logística de distribución, con la debilidad de que no todas cuentan con áreas mineras para la obtención de materias primas, lo que hace que el producto sea más costoso.

De esta manera, la oferta de áridos y agregados en El Descanso y sus alrededores presenta un escenario complejo ya que dependen del abastecimiento de la materia prima que provenga de lugares más cercanos lo que influye en la dinámica de precios y en la planificación del suministro para obras públicas y privadas.

Figura 30: Productos que comercializan las plantas de trituración



Fuente: Elaboración propia (2025).

Ahora bien, a continuación, se indicarán algunos de los usos o aplicaciones de los materiales que se ofertan en el sector:

Tabla 20 Productos agregados para la venta

TIPO	PRODUCTO	APLICACIÓN EN LAS INDUSTRIAS
AGREGADO GRUESO	Piedra # 67 (Ripio)	• Elaboración de concreto y morteros
		• Rellenos
		• Balastro de vías férreas
		• Bases y subbases de carreteras
		• Firmes de aglomerados asfálticos (mezclas asfálticas)
AGREGADO FINO	Piedra # 8 (Chispa)	• Elaboración de concreto y morteros
		• Rellenos

		• Balastro de vías férreas.
		• Bases y subbases de carreteras.
		• Firmes de aglomerados asfálticos. (mezclas asfálticas)
AGREGADO FINO	Polvo - cisco- Arena	•Elaboración de concreto y morteros
		• Material de mejoramiento para bases y subbases de carreteras
		• Firmes de aglomerados asfálticos
ÁRIDOS	Bases	• Bases y subbases de carreteras
		• Firmes de aglomerados asfálticos
		• Material de mejoramiento
ÁRIDOS	Sub-Bases	•Material granular para vías
		•Rellenos capas superficiales
		•Relleno contrapisos
ÁRIDOS	Mejoramiento	•Material granular para vías
		•Rellenos capas superficiales
		•Estabiliza y refuerza suelos
ÁRIDOS	Piedra Muro	•Creación de muros vistos
		•Creación elementos estructurales
ÁRIDOS	Piedra Plen	•Creación de muros vistos
		•Creación Sub-drenes y drenes
		•Rellenos masivos
		•Cimentaciones
ÁRIDOS	Piedra Escollera	•Creación de muros vistos
		•Protección de taludes y bordes de ríos
ÁRIDOS	Lastre	•Rellenos
		•Creación soportes de vías

Fuente: Elaboración propia (2025).

Adicional se da a conocer los volúmenes de agregado aproximados de venta de todas las plantas del sector para identificar la cantidad de material que aportan las plantas a los consumidores:

Tabla 21: Resumen volúmenes de venta Áridos y agregados sector Descanso

Empresas	Volumen aproximado en m³ de triturado vendido al mes	Volumen aproximado en m³ de triturado vendido al año	Tipo de productos
Induatenas	92311,50	1107738,00	Áridos
Agregados del Austro	4537,82	54453,84	Agregados
Rookaazul	10954,85	131458,20	Agregados
Vipesa	11196,19	134354,28	Agregados
Cordero Vintimilla	8802,04	105624,48	Agregados
Planta Matute	3000,00	36000,00	Áridos
Total venta Áridos	95311,50	1143738,00	Áridos
Total venta agregados	35490,90	425890,80	Agregados

Fuente: Elaboración propia (2025).

2.5. Nivel de precios

El levantamiento de información respecto a los precios de comercialización de áridos y agregados en la parroquia El Descanso y zonas aledañas presentó ciertas limitaciones, dado que las empresas del sector mantienen una política de reserva y únicamente proporcionan valores de referencia a clientes potenciales. Por tal motivo, la información que se expone a continuación se obtuvo mediante sondeos directos realizados en campo.

En la Tabla 22 se detallan los precios por metro cúbico de los principales productos comercializados, incluyendo el IVA. Se observa una variación significativa entre las distintas plantas, lo que responde tanto a factores de costos internos (extracción, procesamiento, transporte) como a la estrategia de mercado de cada empresa.

Tabla 22: Precios de comercialización en metro cúbico con IVA 2025

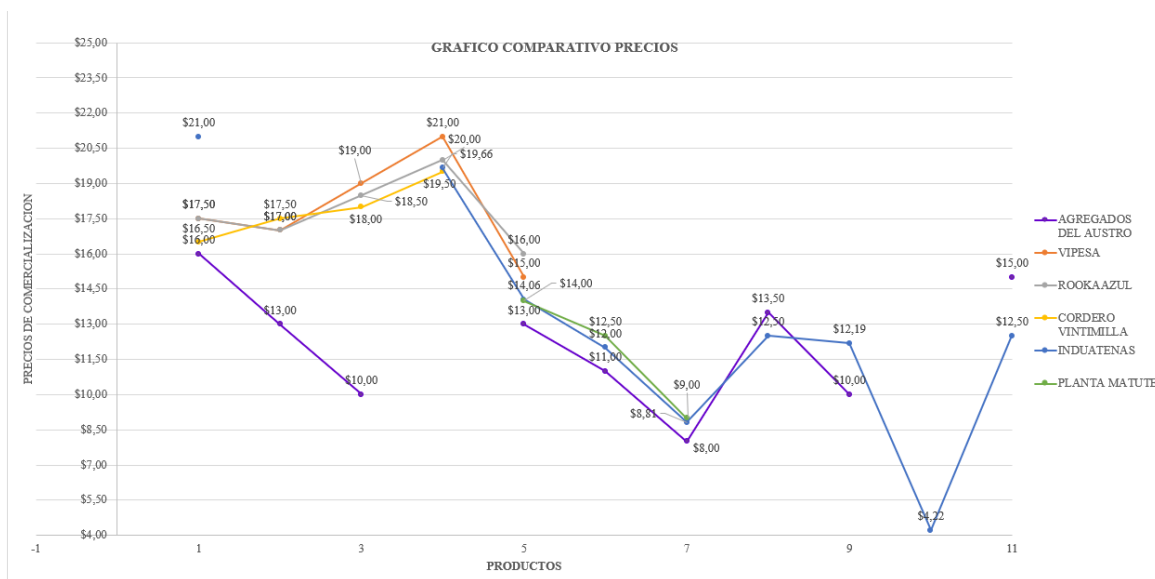
	PRECIOS DE COMERCIALIZACION POR METRO CUBICO CON IVA						
	Producto	Agregados del Austro	Vipesa	Rookaazul	Cordero Vintimilla	Induatenas	Planta Matute
1	Ripio 3/4	\$16,00	\$17,5	\$17,50	\$16,50	\$21,00	
2	Chispa 3/8	\$13,00	\$17,0	\$17,00	\$17,50		
3	Polvo de Piedra	\$10,00	\$19,0	\$18,50	\$18,00		
4	Arena		\$21,0	\$20,00	\$19,50	\$19,66	
5	Bases	\$13,00	\$15,0	\$16,00		\$14,06	\$14,0
6	Subbases	\$11,00				\$12,00	\$12,5
7	Mejoramiento	\$8,00				\$8,81	\$9,00
8	Piedra Muro	\$13,50				\$12,50	
9	Piedra Plen	\$10,00				\$12,19	
10	Lastre					\$4,22	
11	Piedra Escolleras	\$15,00				\$12,50	
	Total	\$12,17	\$17,90	\$17,80	\$17,88	\$12,99	\$11,83

Fuente: Elaboración propia (2025).

Como se observa, aquí se encuentra la información utilizada como precio promedio para el cálculo del volumen antes presentado.

Adicional, se ha desarrollado una gráfica en la cual se puede evidencia por producto las variaciones respectivas

Figura 31: Análisis comparativo de precios Año 2025



Fuente: Elaboración propia (2025).

Los precios más altos se registran en las plantas VIPESA, Rookaazul y Agregados Vintimilla, donde los valores promedio por metro cúbico oscilan entre 17,80 y 17,90 USD. Estas diferencias se explican por la ubicación de las canteras, los costos de acarreo y la disponibilidad de producto en relación con la demanda.

En contraste, los precios más bajos corresponden a las empresas Pétreos y Canteras y Agregados del Austro, con promedios de 11,83 y 12,17 USD/m³, respectivamente. En estos casos, la cercanía de las plantas a las zonas de extracción y la mayor diversificación de la oferta les permite mantener valores más competitivos.

Un análisis comparativo evidencia además que los productos con mayor variación de precios son el polvo de piedra (desde 10,00 hasta 19,00 USD/m³) y la chispa 3/8 (entre 13,00 y 17,50 USD/m³), lo que refleja la influencia de la disponibilidad del material y la fluctuación de la demanda en proyectos de construcción. Por otro lado, productos como el mejoramiento y la subbase presentan una menor dispersión, con precios relativamente

homogéneos en el mercado. En síntesis, el nivel de precios en la zona presenta una amplitud considerable, con un rango que va desde 8,00 USD/m³ en materiales de mejoramiento hasta 21,00 USD/m³ en ripio ³/₄. Esta variabilidad implica que la selección de proveedores no solo depende de la ubicación geográfica y la logística de transporte, sino también de la capacidad de negociación y la especificidad de los proyectos de construcción a ejecutarse.

CAPITULO 3

VARIABLES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS

El objetivo principal de este capítulo dentro de las variables técnicas fue definir la capacidad de la planta, flujo de proceso de trituración, equipos e insumos, lo que permitirá analizar a detalle las variables económicas que determinan la factibilidad para la implementación del proyecto de la planta de trituración de agregados, determinando así, si el proyecto es técnicamente viable y económicamente rentable.

3.1 Descripción de variables técnicas

3.1.1 Capacidad de la planta

De acuerdo con el análisis de la demanda de hormigón en las principales empresas de la zona, se estableció que el consumo actual de agregados alcanza aproximadamente 17.378 m³ mensuales, con un potencial de 29.792 m³ mensuales en caso de que las plantas operen a su máxima capacidad instalada. Sin embargo, al incorporar el análisis de la oferta de áridos y agregados del mercado local, se evidencia que el volumen total de triturado vendido es aún mayor, lo que reafirma la necesidad de una planta con mayor capacidad de producción.

Según los datos recopilados, las principales empresas de la zona registran ventas mensuales de aproximadamente 95.311 m³ de áridos y 35.491 m³ de agregados, alcanzando un volumen anual de más de 1.143.738 m³ de áridos y 425.891 m³ de agregados. Estos valores reflejan que el consumo efectivo del mercado supera ampliamente la demanda vinculada exclusivamente a las plantas de hormigón, lo cual amplía el espectro de clientes

potenciales a obras de infraestructura vial, rellenos y proyectos de urbanización que también requieren grandes cantidades de áridos.

En este contexto, definir una capacidad de 30.000 toneladas mensuales para la nueva planta permite:

- Responder a un mercado en expansión, que no solo demanda agregados para la producción de hormigón, sino también áridos para proyectos de infraestructura vial, urbanizaciones y obras civiles.
- Asegurar competitividad frente a empresas consolidadas como Induatenas, que actualmente comercializa más de 92.000 m³ mensuales, mostrando la magnitud de la dinámica del mercado.
- Garantizar sostenibilidad en el abastecimiento, considerando que los volúmenes actuales de ventas en la zona superan el consumo estimado previamente.
- Proyectar capacidad para captar nuevos segmentos de mercado, evitando limitaciones productivas frente al crecimiento sostenido de la construcción y la infraestructura en el Austro ecuatoriano.

El análisis combinado de la demanda de hormigón y de la oferta real de áridos y agregados confirma la pertinencia de una planta con capacidad de 30.000 toneladas por mes. Esta dimensión no solo cubre el consumo actual y potencial de las plantas hormigoneras, sino que también se ajusta a la dinámica más amplia del mercado regional, garantizando la participación competitiva y la sostenibilidad en el suministro de materiales estratégicos para el sector de la construcción.

La capacidad de 30.000 toneladas mensuales para la planta de agregados se fundamenta no solamente en el análisis técnico del mercado local donde la demanda actual de

hormigón requiere aproximadamente 17.379 m³ de agregados al mes, y la capacidad instalada máxima de las plantas existentes alcanza 29.792 m³ sino también en factores macroeconómicos clave.

A nivel nacional, el sector de la construcción representa cerca del 6 % del PIB, sumando aproximadamente USD 34.467 millones en 2023, con un crecimiento interanual del 1,1 % (Corporación Financiera Nacional [CFN], 2024). En la provincia del Azuay, el sector se mantiene activo, generando ingresos por USD 84 millones en 2022 (El Mercurio, 2023), y el segmento privado sostiene más del 85 % de la inversión constructora local (El Mercurio, 2023).

Aunque el sector ha presentado retrocesos recientes alrededor de 2,5 % en el tercer trimestre de 2024, la proyección de reactivación económica y el dinamismo del sector inmobiliario respaldan la necesidad de una planta con capacidad suficiente para cubrir tanto la demanda presente como futura (Primicias, 2024; Ekos Negocios, 2024).

Además, al integrarse en una industria con alto efecto multiplicador en términos de generación de empleo y desarrollo regional, la planta de 30.000 ton/mes se convierte en una infraestructura estratégica para fortalecer la autosuficiencia regional, reducir costos logísticos y contribuir al crecimiento sostenido del sector (Universidad del Azuay, 2023; MDPI, 2024).

En resumen, esta capacidad permite que la planta no solo responda a la demanda actual, sino que también esté proyectada para escenarios de expansión, sustentada en el comportamiento macroeconómico favorable y el rol prominente de la construcción en la economía local y nacional.

Por esta razón se da a conocer los datos generales de consideración que debe tener la planta de trituración de agregados:

Tabla 23: Datos generales a considerar para la Planta de trituración de agregado

<i>Demanda de Planta</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>
<i>Producción mensual</i>	30000	Ton
<i>Vida Útil planta</i>	15	Años
<i>Producción</i>	30000	Ton/mes
<i>Densidad Andesita</i>	2.6	Ton/m ³
<i>Vol. total producido mes</i>	11,538.46	m ³
<i>Vol. total producido anual</i>	138461,53	m ³

Fuente: Elaboración propia (2025).

Capacidad de diseño de la planta (CDP): la planta tendrá una capacidad de producir 30 mil toneladas mes, bajo los siguientes parámetros de operación.

Tabla 24 Datos Operativos

<i>Cálculo de capacidad de planta</i>		
<i>Días por mes</i>	20	Día/mes
<i>Turnos trabajo por día</i>	1	Turno
<i>Horas de trabajo</i>	12	Hrs.
<i>Disponibilidad Mecánica</i>	85.00	%
<i>Efectividad (man power)</i>	85.00	%
<i>Disponibilidad total de planta</i>	72.25	%
<i>Horas efectivas al día</i>	8.67	Hrs/mes
<i>Horas totales al mes</i>	240.00	Hrs/mes
<i>Horas efectivas totales al mes</i>	173.40	Hrs/mes
<i>Capacidad efectiva de planta</i>	125.00	TMPH

Fuente: Elaboración propia (2025).

La industria de agregados es vital para el desarrollo de la construcción y en el Azuay representa aproximadamente US\$ 239 millones en el año 2023.

Disponibilidad de materia prima

La vida útil de la planta está estimada para un período de 15 años, esto debido a la disponibilidad de materia prima del área minera en el área donde se va instalar la planta de trituración, la zona evaluada cuenta con un potencial geológico para la explotación de áridos y pétreos en un radio de 50 km alrededor del sector El Descanso, con un análisis geológico, data histórica y recopilación de datos en campo. Se identificó zonas con condiciones y accesos favorables para la explotación de materiales, las mismas están fuera de áreas de parques nacionales o bosques protegidos.

Dentro de las áreas con alto potencial, se encuentran las formaciones geológicas: como la formación Pisayambo con alto potencial de convertirse en yacimiento para la extracción de materiales áridos y pétreos; se ha calificado por grupo litológico, composición y tipo de disposición en la naturaleza. En la zona se realizó una valoración de sus características intrínsecas y extrínsecas que pueden incidir en la explotación. La zona de estudio donde se implementará la planta corresponde a la denominada “ZONA A 24”, la característica analizada se describe a continuación:

Figura 32: Mapa de accesibilidad, distancia a centros poblados rurales, urbanos y zonas industriales. ZONA A24



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth (2025).

Tabla 25: Descripción de la Zona A24

ZONA A24			
Ubicación:	San Cristóbal. Provincia del Azuay		
Coord. E:	739696,27	Coord. N:	9686649,50
Litología:	Andesita	Formación:	Pisayambo
Descripción de lugar de depósito:	La zona potencial posee inclinaciones que oscilan entre los 50° y 70°. Se observa un 70% de vegetación arbustiva y de árboles primarios y secundarios. El talud presenta mediana meteorización, sin embargo, se presume que el espesor de la cobertura vegetal se encuentre en 1 a 2 m.		

	Esta zona se puede extender hacia suroeste siguiendo la cadena topográfica.
Características De Árido y Pétreo	Composición química-mineralógica poco meteorizable en la Andesita Elevada resistencia a la compresión simple (R6) Baja absorción de agua No presenta estructuras lajosas Rocas no porosas, observación macroscópica.
Aprovechamiento mineral	Árido de trituración apta para: <i>Morteros Y Hormigones</i> <i>Bases Granulares-Subbase, Rellenos De Terraplenes, Escolleras Y</i> <i>Gaviones</i>

Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 33: Características geográficas y generales de las zonas potenciales específicas

ZONAS	CARATERISTICAS GEOGRAFICAS									CARACTERISTICAS GENERALES		
	Código Especifico	Coord. Este	Coord. Norte	Lugar de la zona de estudio	Distancia al centro poblado más cercado (Lugar*)	Lugar*	Distancia a la ciudad con mayor desarrollo industrial (Km)	Ciudad con mayor desarrollo industrial	Área (Ha)	Grupo Litológico	Composición de áridos y pétreos	Talud /piedra de rio
A24	A24	739,696,279	9686649,5	San Cristóbal	0,501	San Cristóbal	12,49	Cuenca	40,27	I. Basalto	Monogenico	Talud

Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 34: Características intrínsecas y extrínsecas de las zonas potenciales específicas

CODIGO ESPECIFICO	CARACTERISTICIAS ÍNTRINSECAS											CARACTERISTICAS EXTRÍNSECAS						Total
	Naturaleza y textura	Color	Meteorización	Dureza de la roca intacta general	Calificación de la dureza de la Roca	Resistencia a la comprensión uniaxial (Mpa)	Índice de carga puntual (Mpa)	Relación con la topografía	Distribución de diaclasas	Cobertura no utilizable	Aptitud para molienda	Situación respecto al centro de consumo	Tipo de instalaciones , facilidades y accesos construidos	Demanda	Suelo Edificable	Características dimáticas de la zona	Impacto ambiental negativo probable	
A24	Andesita afanítica	Verde	Alto	R6	4	>250	>10	2	2	3	2	3	3	3	3	3	1	29

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.1.2 Tecnología de trituración

El objetivo principal de la planta de trituración es producir agregados de excelente calidad, por lo cual se debe contar con una serie de maquinaria y equipos con una tecnología adecuada para el cumplimiento de la capacidad de producción.

En la actualidad no existe una máquina con la capacidad de realizar una trituración completa, es decir, para lograr la operación de reducir el tamaño de la roca se realiza por medio de diferentes etapas de trituración: primaria, secundaria y terciaria, lo cual va a depender del tipo de material y el tamaño que se requiera. Por lo que la trituración se realiza en diferentes etapas. (Garzón & Godoy, 2019)

3.1.2.1 Trituración primaria

Primera etapa del proceso de trituración en el cual se reduce y homogeniza el tamaño del material bruto ingresado con rocas de diámetro de 60 a 150 cm, y es la base para establecer la eficiencia para las siguientes etapas, estas trituradoras aplican fuerzas a bajas velocidades sobre partículas que están entre superficies casi verticales. La relación entre el tamaño que ingresa y el producto de salida se le llama radio de reducción con diámetros entre 15 a 20 cm, la reducción del tamaño se da por medio de los siguientes equipos: (Chancay & Villón, 2019)

- Trituradora de mandíbulas
- Trituradora giratoria

3.1.2.2 Trituración secundaria y terciaria

Fase siguiente de la trituración primaria, estas trituradoras son alimentadas con materiales fraccionados de la primaria con diámetros entre 15 a 20 cm para obtener partículas

más pequeñas y uniformes con tamaños de 5 a 8 cm, debido al material más pequeño que ingresa estas trabajan con rendimientos más alto. Esta trituradora a diferencia de la primaria trabajan a velocidades altas y con menor abertura en los productos de salida Esta trituración sirve para preparar el material para una clasificación o una trituración terciaria; trabajan por lo general con cribas las cuales reciclan el material que no cumple con el tamaño deseado. Esta fase mejora la calidad del material. Equipo comúnmente usado en esta etapa son:

- Trituradora de cono
- Trituradora de impacto

La principal diferencia entre la trituradora secundaria y terciaria es el tamaño de salida de por productos, una secundaria tiene salida de 5 a 8 cm mientras que la terciaria 1.2 cm a 5cm. (Bustamante Fajardo & Guillén Espinoza, 2020)

3.1.2.3 Molienda

Proceso primordial en la minería, se refiere a la reducción de tamaños de rocas o minerales a más pequeños de manera similar a la trituración, la diferencia radica en que los productos obtenidos de la molienda son partículas inferiores a 0.54mm, para lo que se requiere grandes equipos giratorios cilíndricos o cónicos, que en su interior contienen barras o bolas de acero, quienes llevan a cabo la reducción del material, es la etapa de mayor costo e ineficiencia des el punto de vista energético. la energía consumida en la molienda es la energía requerida para poner en movimiento el cilindro y la carga de medios de molienda contiene junto con la carga mineral. (Panamá & Rojas, 2021)

3.1.3 Elección de proceso de trituración para producción de agregados

No existen procedimientos estándar para la trituración de materiales, por lo que el diseño del procedimiento depende de la naturaleza del material y de las especificaciones requeridas para el producto final. En este proyecto se estableció que la planta producirá 30 mil toneladas al mes, el material a procesar tiene composición química-mineralógica poco meteorizable en la andesita, por lo cual se configuró el siguiente proceso de trituración y clasificación:

3.1.3.1 Trituración primaria

Debido la composición de la roca o materia prima para la producción de agregados del presente proyecto, la opción más viable técnica y económicamente es una trituradora de mandíbula, la cual tiene una ratio de reducción medio 4:1, dependiendo del tamaño de la boca lograra reducir rocas de 1 m hasta los 250 mm.

Se descartó las trituradora de impacto por lo desgaste que se generación en el interior de la cámara y la trituradora giratoria por la elevada potencia necesaria para su accionamiento y su alto costó.

3.1.3.2 Trituración secundaria

La Trituradora Impacto de Eje Horizontal produce material cubico de alta calidad, puede adaptarse lo diferentes requerimientos que de granulometría que se necesite realizando un ajuste fácil de las cortinas de impacto, es efectiva para producir arena manufacturada, la generación de finos es menor en comparación a la trituradora de cono, es de fácil mantenimiento debido a que tiene un fácil acceso a las barras de impacto y placas, minimizando tiempos muertos.

También su costo de adquisición es menor en comparación con la trituradora de cono, menor consumo de energía, su relación de reducción es alta ya que puede reducir alto volúmenes de material en una sola etapa, lo que elimina la necesidad de etapas adicionales.

3.1.3.3 Elementos complementarios:

Alimentador de bandeja Vibratoria

La criba vibratoria TrioTF4616 es un equipo diseñado para optimizar el manejo de materiales, lo que permite absorber grandes sobrecargas, su sistema de vibración puede ser controlada asegurando un flujo constante de materiales evitando los atascos, su costo es accesible, costo operativo bajo y un menor consumo de energía.

Cinta transportadora

Estas están encargadas de transportar el material triturado entre los diferentes equipos de trituración y clasificación, en este caso se usa cinta lisa con recubrimiento de caucho resistente a la abrasión con dimensiones de 24 pulgadas (61 cm) y 30 pulgadas (76 cm).

Chute pantalón

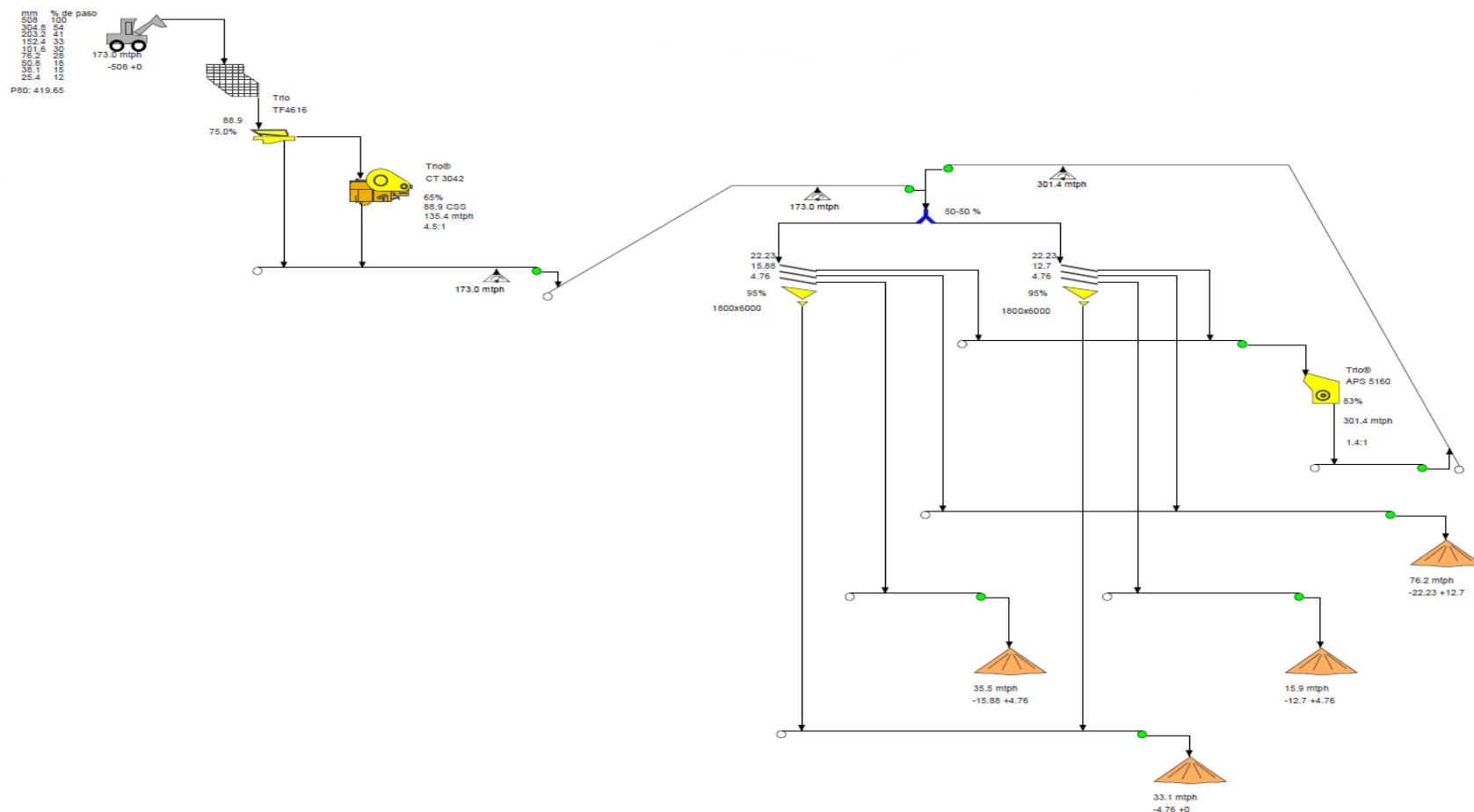
En la imagen del flujo de proceso se muestra bifurcaciones en el flujo del material, por lo que un Chute en forma de pantalón es recomendable para esta función, este equipo se encarga de dividir el flujo de material en dos direcciones es distintas, para que el material se distribuya de mejor manera entre los procesos o cribas.

3.1.4 Proceso productivo

Flujo del proceso para la obtención de agregados

El diagrama ilustra el proceso de trituración y clasificación que se va a implementar en la planta de agregado, se enfoca en la producción de diversos tamaños de piedra triturada.

Figura 35: Flujograma de proceso de trituración



Fuente: Weir Minerals – Perú (2013).

DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DEL PROCESO:

1. Alimentación inicial

El material de banco, conformado por bloques de gran tamaño, es introducido en un alimentador vibratorio TRIO TF4616. Este equipo regula la tasa de alimentación hacia la trituradora primaria, separa partículas finas presentes en la carga y distribuye el flujo de manera uniforme, evitando atascos y sobrecargas en las etapas posteriores.

2. Trituración primaria

Posteriormente, el material ingresa a la trituradora de mandíbulas primaria TRIO CT 3042, donde se realiza la reducción inicial con una relación de conminución aproximada de 4,5:1. El producto resultante consiste en fragmentos de tamaño intermedio, aptos para su clasificación y procesamiento subsiguiente.

3. Transporte y clasificación primaria

El material triturado es conducido mediante una banda transportadora hacia la criba vibratoria primaria 1800x6000. En esta unidad se lleva a cabo la separación granulométrica en tres fracciones:

- Finos, que se derivan directamente hacia acopio o procesos posteriores.
- Material intermedio, destinado a trituración secundaria.
- Sobre tamaño, recirculado a la trituración primaria para garantizar la reducción adecuada.

4. Trituración secundaria

La fracción intermedia se somete a procesamiento en la trituradora de impacto secundaria TRIO APS 5160, diseñada para obtener una mayor reducción y mejorar el tamaño de los agregados. El sistema opera en circuito cerrado, lo que permite recircular los materiales fuera de especificación, optimizando el rendimiento global del proceso.

5. Clasificación secundaria

El material procedente de la trituración secundaria es dirigido a dos zarandas vibratorias secundarias 1800x600, alimentadas por un distribuidor tipo chute pantalón. En esta fase se definen tres flujos:

- Productos terminados que cumplen especificación granulométrica.
- Material intermedio, redirigido a trituración.
- Sobre tamaño, que ingresa a trituración terciaria.

6. Clasificación final

El material remanente se procesa en la criba vibratoria final, obteniéndose cuatro productos comerciales diferenciados según granulometría. La producción mensual estimada se resume en la siguiente tabla:

Tabla 29. Distribución de productos finales

<i>Productos</i>	<i>%Producción</i>	<i>Toneladas</i>
<i>-7/8" +1/2"</i>	46%	13800
<i>-5/8" +3/16"</i>	21%	6300
<i>-1/2" +3/16"</i>	12%	3600
<i>-3/16"</i>	21%	6300
<i>Total</i>	100%	30000

Fuente: Elaboración propia (2025).

7. Almacenamiento

Los productos terminados se trasladan mediante transportadores de banda hacia pilas de acopio individuales, segregadas según fracción granulométrica. Este procedimiento asegura la homogeneidad del producto y facilita las operaciones de despacho.

Resumen técnico del proceso

El diagrama de flujo presenta una configuración de conminución y clasificación altamente eficiente, diseñada para maximizar la productividad y controlar la calidad granulométrica de los productos finales. Entre sus principales características destacan:

- Capacidad efectiva de planta: 125 MTPH (en condiciones operativas reales).
- Capacidad de diseño: 173 MTPH (bajo condiciones nominales).

La combinación de trituración primaria por mandíbulas y secundaria por impacto garantiza tanto la reducción como la homogeneidad del material.

La disposición de múltiples cribas vibratorias en serie permite un control fino de la clasificación.

El uso de circuitos cerrados y recirculación maximiza la eficiencia energética y reduce pérdidas de material.

En conjunto, esta configuración asegura una producción mensual de 30.000 toneladas métricas, acorde a las exigencias de la demanda proyectada y a los estándares de la industria de agregados.

3.1.5 Equipos e infraestructura:

3.1.5.1 Alimentador de bandeja Vibratoria

La característica de este alimentador está en función de la capacidad de entrada y sus dimensiones de salida de material, las cuales es una criba vibratoria TrioTF4616, la cual se resumen en la Tabla 30.

Tabla 26: Principales características del alimentador

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO			
ANCHO	CAPACIDAD	PESO	REQUISITOS DE POTENCIA
<i>De 3050 mm</i>	De 450 MTPH	De 2950 kg	De 11 kW
<i>a</i>	a	a	a
<i>7400 mm</i>	1450 MTPH	16500 kg	75 kW

Fuente: Catálogo At Weir Minerals (2023)

Figura 36: Criba vibratoria Trio® Serie TF4616 Fuente: Catalogo At Weir Minerals



Fuente: Catálogo Weir Minerals (2023)

3.1.5.2 Trituradora de mandíbulas

Equipo utilizado para la trituración primaria, para lo cual se evaluó su capacidad de producción en TMPH (toneladas métricas por hora). Se analizó también el tamaño de alimentación que se puede utilizarse en la trituradora y el tipo de placas de las mandíbulas.

El equipo seleccionado es un Trituradora de Mandíbula modelo Trio CT 3042, el cual se resume en la tabla 27 donde se muestra las principales carteristas técnicas.

Tabla 27: Principales características Trituradora de mandíbulas Fuente: Catalogo At Weir Minerals

<i>ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO</i>							
<i>Circuito</i>	<i>Equipo</i>	<i>Marca modelo</i>	<i>Dimensiones</i>		<i>Apertura de alimentación</i>	<i>Potencia del motor (kw)</i>	<i>Capacidad (t/h)</i>
			<i>Ancho (mm)</i>	<i>Largo (mm)</i>			
<i>Primario</i>	Trituradora Mandíbula	Trio CT 3042	1800	3200	30" x 42" 762 x 1067 mm	75 a 150	200 - 400

Fuente: Catálogo At Weir Minerals (2023)

Figura 37: Trituradora de mandíbula. Modelo Trio CT 3042



Fuente: Catálogo Weir Minerals (2023)

3.1.5.3 Trituradora Impacto de Eje Horizontal

Para la selección de este equipo se ha considerado capacidad de procesamiento, nivel de humedad con la que puede trabajar, relación de reducción, distribución granulometría, etc.

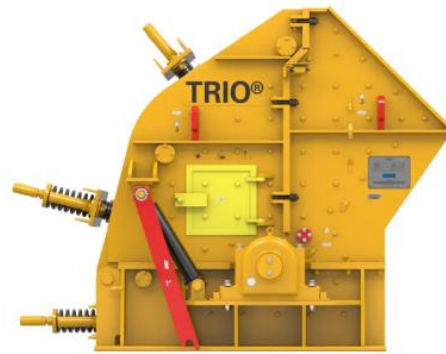
El equipo seleccionado es una Trituradora Impacto de Eje Horizontal de la marca TRIO APS 5160, las principales características técnicas se resumen en la tabla 28. La figura 35 ilustra la trituradora.

Tabla 28 Principales características de Trituradora Impacto

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO					
Circuito	Equipo	Marca / Modelo	Modelo	Tamaño Max. alimentación (mm)	Peso (kg)
<i>Secundario</i>	Trituradora Impacto de Eje Horizontal	TRIO APS 5160	APS5160	600	21,000
POTENCIA (RPM)	VELOCIDAD DE OPERACIÓN (MTPH)	RANGO DE PRODUCCIÓN (mm)	APERTURA DE ALIMENTACION (mm)	TAMAÑO DEL ROTOR (mm)	CONFIGURACION MIN. (PRIMARIO/ SECONDARIO) (mm)
315	400-700	180-360	900x1,570	1,295x1,524	51/25

Fuente: Catálogo Weir Minerals (2023)

Figura 38 Trituradora secundaria de Impacto. Modelo TRIO APS 5160



Fuente: Catálogo Weir Minerals (2023)

3.1.5.4 Cinta transportadora

Para establecer el dimensionamiento y diseño de una cinta se debe tener en cuenta las características como: perfil de la ruta de transporte, material y tonelaje que se transportará, y parámetros como: dimensiones, velocidad, ángulo inclinación, ancho, velocidad de la banda etc.

El equipo seleccionado es una cinta transportadora de 3 lonas entre 24 y 30 pulgadas, que se resume en la Tabla 29 donde se muestra las principales características técnicas.

Tabla 29: Principales características técnicas de cinta transportadora

<i>ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO</i>							
Ancho (mm)	Largo (mm)	Angulo de Inclinación (grados)	Altura (m)	Velocidad (m/s)	Potencia (KW)	Caudal de diseño (toneladas)	Capacidad de transporte (TMPH)
600	2,5	12	5,2	2,8	18,75	420	350
				1,5	11,25	240	200

Fuente: Miller's Rent-All (s.f.)

Figura 39: Cinta transportadora



Fuente: Miller's Rent-All (s.f.)

3.1.5.5 Chute pantalón

El chute pantalón se incorpora en la línea de clasificación secundaria con el objetivo de distribuir y regular el flujo de material hacia las dos zarandas vibratorias de 1800×600 mm. Su diseño permite mantener una alimentación uniforme y continua, lo que evita sobrecargas localizadas, reduce la segregación y asegura un régimen de cribado estable, factores que inciden directamente en la eficiencia de clasificación y en la reducción del desgaste de las mallas (CEMA, 2020).

Desde el punto de vista técnico, la planta opera con una capacidad efectiva de 125 MTPH y un diseño nominal de 173 MTPH. Si se alimentara con un solo ramal, existiría riesgo de cuellos de botella; por ello, el chute pantalón garantiza una distribución adecuada ajustable, manteniendo las zarandas dentro de su rango de carga. La regulación se realiza de forma manual mediante compuertas deslizantes o divisores internos ajustables, lo que permite compensar variaciones de granulometría o humedad sin detener el proceso (Metso, 2019).

En cuanto a su diseño, se recomienda construirlo en acero estructural ASTM A36 con espesores de 6–8 mm, reforzado en zonas críticas con placas anti-desgaste AR400 o AR450 de 8–10 mm (Outotec, 2021). La geometría debe considerar una pendiente mínima de 55° a 60° , superior al ángulo de reposo del material (35° – 40°), para asegurar el flujo por gravedad y minimizar riesgos de atascos (CEMA, 2020). Adicionalmente, se debe incorporar un deflector central regulable, faldones de caucho en las uniones, guardas antipolvo y accesos de inspección que faciliten la operación y el mantenimiento.

Los beneficios esperados incluyen:

- Estabilización del flujo másico hacia zarandas, con menor recirculación.
- Mayor eficiencia de clasificación, al reducir cargas desequilibradas.
- Disminución de desgaste en mallas y bastidores, al distribuir impactos.
- Prevención de atascos y acumulaciones gracias a la geometría y revestimientos.
- Facilidad de control operacional, mediante ajustes rápidos y seguros.

Figura 38: Chute Pantalón



Fuente: (Whynco Perú, s.f.)

3.1.5.6 Zaranda vibratoria

La capacidad de la criba se estableció acorde a los datos técnicos de los fabricantes, la elección del equipo está dado respecto a su capacidad de medida en toneladas por hora y metro cuadrado, la cantidad de unidades necesarias acorde al caudal a tratar y a la capacidad previsible de tratamiento por metro cuadrado se superficie cribante.

La zaranda seleccionada es una Trio Tio6203, de este equipo se necesitará dos unidades, las especificaciones técnicas se describen a continuación:

Figura 39: Principales características técnicas de zaranda vibratoria Trio Tio6203

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO								
Tipo de Criba	Modelo	N° de Niveles	Ancho mm	Largo mm	Peso (kg)	Tamaño alimentación	Potencia (kW)	Tipo de malla
HORIZONTAL	Trio	3	1524	4064	6259	2032	30	Metálica
CAÍDA LIBRE	Tio6203							

Fuente: Catálogo Weir Minerals (2023)

Figura 40: Criba vibratoria Trio Tio6203



Fuente: Catálogo Weir Minerals (2023)

3.1.5.7 Cargadora Frontal

El equipo que se encargará de alimentar a la planta de trituración es una cargadora frontal Komatsu WA470 y para despacho del material una cargadora frontal Komatsu WA380.

Tabla 30: Especificaciones técnicas de equipo de carga WA 470-6R

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO						
Marca	Modelo	Potencia del motor (HP)	Capacidad de pala de colmada (m3)	Velocidad máxima hacia adelante (km)	Velocidad máxima hacia atrás (km)	Capacidad del tanque de combustible (gal)
KOMATSU	WA470 -6R	272	3.6	33.7	34.7	109

Fuente: Komatsu (s.f.)

Figura 41: Cargadora frontal WA 470



Fuente: Komatsu (s.f.)

Tabla 31: Especificaciones técnicas de equipo de carga WA 380-6

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO						
MARCA	Modelo	Potencia del motor (HP)	Capacidad de pala colmada (m3)	Velocidad máxima hacia adelante (km)	Velocidad máxima hacia atrás (km)	Capacidad del tanque de combustible (gal)
KOMATSU	WA380 -6	191	2.7	31.1	33	79.3

Fuente: Komatsu (s.f.)

Figura 42: Cargadora frontal WA 380-6



Fuente: Komatsu (s.f.)

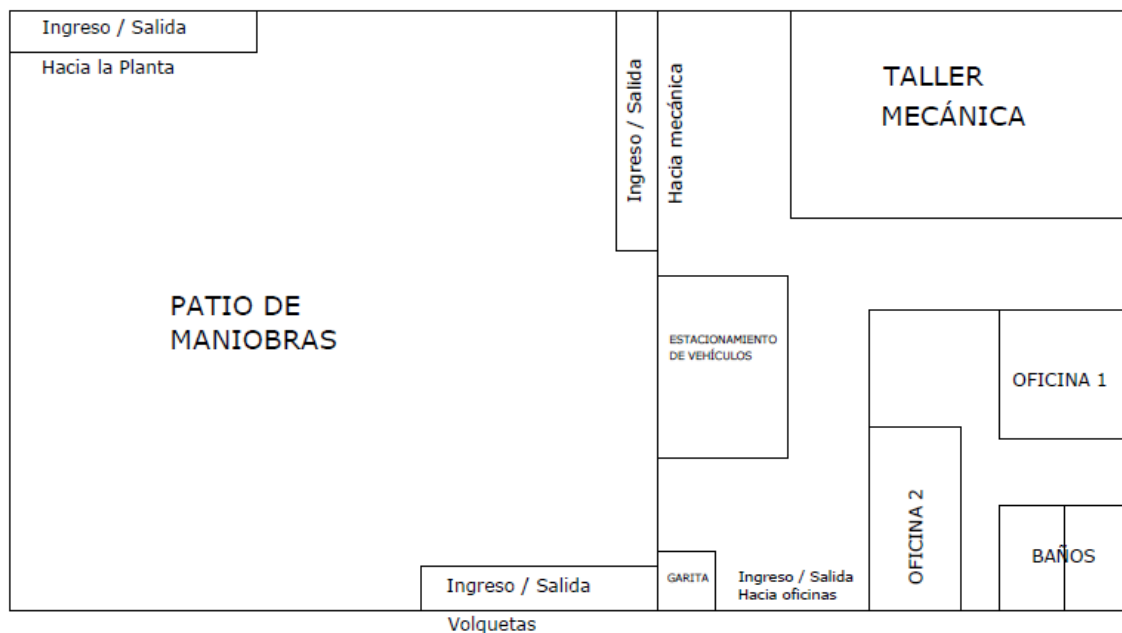
3.1.6 Infraestructura

La infraestructura que será necesaria para el funcionamiento de la planta de agregados es:

Patio maniobras: ingreso y salida a la planta de agregados, servirá para que la cargadora despache el material en las volquetas

- Taller de mecánica: capacidad para dos volquetes, espacio adecuado para el mantenimiento preventivo de maquinaria o equipos.
- Oficina: Espacio para dos oficinas, para venta de material, así como atención a clientes.
- Baños: Dos baños uno para cliente y otro para trabajadores
- Garita del guardia: Ubicada al ingreso de la planta
- Estacionamientos: Dos estacionamientos para vehículos livianos de clientes.

Figura 43: Croquis de infraestructura



Fuente: Elaboración propia (2025).

Mano de obra

La selección de mano de obra y equipo tiene una relación directa. El régimen de turnos de una planta de trituración dependerá de las preferencias y condiciones locales. Los turnos de 12 horas son bastantes comunes dentro de la minería. Basándose en los objetivos de producción de la planta se ha determinado los siguientes requerimientos laborales.

Tabla 32: Descripción de puestos de trabajo

Cargo	función	Cantidad	Salario Mensual
Operador 1	Operador encargado de todo el proceso de trituración, para que se realice de manera adecuada y controle la salida del material para que no cause retrasos en la producción y apoyo en mantenimiento.	1	\$470.00
Operador 2	Operario de la cargadora frontal, quien se encarga de alimentar de materia prima a la trituradora y apoyo en mantenimiento.	1	\$470.00
Mecánico	Encargado de mantener la planta funcional por daños o desperfectos que puedan presentar	1	\$470.00

Despachador	Encargado de realizar la facturación de las ventas a los clientes de los distintos tipos de materiales e inventario de productos.	1	\$470.00
Técnico en minas	Encargado de revisar la calidad del material, así como también de tomar decisiones técnicas en algún cambio en el proceso de producción y mejoras operativas.	1	\$1,500.00
Total Mensual			\$3,380.00
Total Anual			\$40,560.00

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.1.7 Insumos

Se debe tener en cuenta que en la producción de agregados intervienen la parte de insumos o consumibles, los cuales son todos los materiales y recursos necesarios para la actividad diaria, dentro de estos están insumos administrativos, operaciones servicios básicos, etc.

Insumos operativos

- Combustibles
- Lubricantes
- Aceites

Insumos de oficina

- Escritorio
- Sillas
- Computadoras

Insumo de servicios básicos

- Agua
- Energía eléctrica

Consumibles

- Muela fija (trituradora primaria)
- Muela móvil (trituradora primaria)
- Laterales de la trituradora mandíbula
- Barras de Impacto
- Placas de impacto
- Mallas para la zaranda vibratoria
- Bandas trasportadoras

3.2. Descripción de variables económicas

Para medir las variables económicas que influyen dentro del análisis económico para la implementación de una planta de agregados, es fundamental calcular y obtener los parámetros necesarios que aseguren que los datos sean preciosos y acordes a la situación.

Las variables que serán analizadas son la siguientes:

3.2.1 Gastos

- **Gasto de inversión inicial**

Es el capital inicial que se necesita para empezar el proyecto, con este se podrá adquirir los recursos necesarios para su operación, es un gasto a largo plazo ya que con él se puede adquirir activos, dentro de este proyecto, será una estimación de valores de acuerdo con los precios del mercado. Desde un punto de vista económico y financiero, este gasto es un factor determinante en el análisis de factibilidad.

Estará definido por los gastos descritos a continuación:

- **Gastos de adquisición de maquinaria y equipos**

Está relacionado con el desembolso que se debe realizar para adquirir la maquinaria como son las cargadoras frontales y los equipos de trituración, zaranda vibratoria, cinta transportada y chute, ya descritos anteriormente.

- **Gastos administrativos**

Estos están relacionados con los permisos y licencias que sean necesarios para la implementación de la planta en el sector El Descanso

- **Gasto de infraestructura y obra civil**

La infraestructura que está contemplada para este proyecto esta descrita de forma gráfica en la figura 45: Croquis de infraestructura.

- **Gasto de equipos de protección personal y señalética**

Elementos necesarios para poder cumplir con la ley de seguridad y salud ocupacional acorde a la actividad.

3.2.2 Costos Operativos

Este costo también se los puede denominar como costos directos, ya que son aquellos necesarios para mantener el funcionamiento de la planta, es decir están en relación directa con la producción, por lo que son costos continuos y deben ser cubiertos para garantizar la sostenibilidad de la planta.

Son lo que no varían con el nivel de producción, dentro de estos tenemos:

- **Costos fijos**

Estos costos no varían con el nivel de producción de la planta

- **Mano de obra**

Personal operativo que está relacionado directamente con el proceso de carguío y el sistema de trituración y el personal administrativo que trabaja en oficina.

- **Consumo de combustibles**

Dentro de estos costos se tomará en cuenta los costos de mantenimiento preventivo de los equipos y maquinaria.

- **Mantenimiento de equipos y cambio de repuestos**

Esto se establece acorde a ficha técnica de cada equipo.

3.2.3 Costos variables

Estos varían acorde a los niveles de producción, como son:

- Consumo de energía eléctrica y combustible diario para la maquinaria
- Pago a proveedores de insumos, consumibles y servicios adicionales.

3.2.4 Depreciación

En definición la depreciación representa la pérdida económica que sufre un activo fijo o bien a lo largo del tiempo debido a su uso, o también es el costo que tiene relación directa entre la posesión del bien con el tiempo de tenencia del mismo. En este caso se aplica a equipos, maquinaria e infraestructura que con el tiempo se deteriora y va a requerir reemplazo. (Pérez, 2018)

Se utilizará el método de depreciación directa, en el cual el costo básico de la propiedad o del bien, menos su valor de rescate se deduce en cantidades anuales iguales a lo largo de la vida de un proyecto, con el fin de tener continuidad constante de deducciones económicas.

3.3. Descripción de variables de transporte

En el lugar en donde se va a instalar la planta de agregados existen varios competidores, los cuales intenta reducir sus costos operacionales, para obtener una ventaja competitiva, para así lograr de algún modo abastecer en mayor proporción el mercado, pero para poder obtener una ventaja sobre la competencia es necesario implementar y ofrecer

servicios como transporte y logística, con lo que se puede ser una mejor opción en este mercado competitivo.

La distancia entre la planta e agregados y de los principales centros urbanos, plantas de hormigón, zonas de obtención de materia prima y de los clientes en general, es considerable. Por lo que, el servicio de transporte y distribución le dará un valor agregado a la empresa, distinguiéndose de la competencia.

3.3.1 Transporte de materia prima

Una vez finalizado el proceso de extracción del material se realizará el transporte del mismo directo hacia la planta de agregados, mediante volquetas de 12 y 14 metros cúbicos, en donde se almacenará provisionalmente en los centros de acopio para luego procesarlos. Este costo de traslado está establecido de 0.75 centavos por tonelada, debido a la cercanía del punto de obtención de la materia prima y la ubicación de la planta de trituración.

3.3.2 Transporte de productos terminados

Dentro del diseño de la infraestructura ya se ha tomado en cuenta los requerimientos necesarios para este servicio, en donde contamos con un patio amplio de maniobras, así como la respectiva maquinaria que son dos cargadoras frontales.

Distancias y rutas:

Se han establecido destinos y distancias desde la planta de agregados ubicada en El Descanso, como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 33: Distancia en km desde El Descanso hacia principales ciudades.

Destinos	Distancias desde El Descanso (km)
Cuenca	21
Paute	22
Gualaceo	18
Azogues	12

Fuente: Elaboración propia (2025).

A continuación, se describe el precio de transporte, el mismo que se ha obtenido mediante sondeo en campo los cuales se establecen en base a la distancia que se transportará.

Tabla 34: Precios de Transporte

Kilómetros	Precio	Observación
0 - 5 km	\$ 1.75	El m ³ transportado
5 – 10 km	\$ 2.00	El m ³ transportado
10 – 15 km	\$ 0.20	El m ³ / km transportado
15 - 20km	\$ 0.19	El m ³ / km transportado
20-30km	\$ 0.18	El m ³ / km transportado
Mayor a 30 km	\$ 0.17	El m ³ / km transportado

Fuente: Elaboración propia (2025).

Se estimaron los costos promedio entre El Descaso y los destinos ya establecidos en siguiente tabla:

Tabla 35: Estimación de precios de transporte

Kilómetros	Precio	Estimación de precios	
		Volqueta 12 m³	Volqueta 14 m³
0 - 5 km	\$ 1.75	\$ 21.00	\$ 24.50
5 - 10km	\$ 2.00	\$ 24.00	\$ 28.00
10 - 15km	\$ 0.20	\$ 24.00 - \$ 36.00	\$ 28.00 - \$ 42.00
15 - 20km	\$ 0.19	\$ 34.20 -\$ 45.6	\$ 39.90 -\$ 53.20
20 - 30km	\$ 0.18	\$ 43.20 -\$ 64.80	\$ 50.40 -\$ 75.60
Mayor a 30 km	\$ 0.18	\$ 64.80 en adelante	\$ 75.6 en adelante

Fuente: Elaboración propia (2025).

Ventajas de la ubicación de El Descanso

La ubicación de planta de agregados se encuentra en un punto estratégico tanto como para el acceso y la distribución del mismo debido a la proximidad de los mercados ya que se encuentra cerca de los principales clientes, con lo que se reducirá costos y tiempo de entrega, con lo que logramos una efectiva conectividad con clientes; así como a la accesibilidad vial y logística ya que este punto de El Descanso tiene acceso a las carreteras principales lo que facilita el transporte rápido y eficiente. En la siguiente tabla se describe la información de los puntos clave como distancia tiempo estimado, tipo de vía, desde el descanso hacia las ciudades más cercanas a la ubicación de la planta de agregado en El Descanso.

Tabla 36: Red vial de conexión por ubicación estratégica de la planta.

Origen	Principales destinos	Distancia km	Tiempo estimado minutos	Tipo de vía	Red vial de conexión
El Descanso	Cuenca	21	33	Autopista Carretera	Av. De las américas Av. España, autopista cuenca - azogues Av. Loja, Av. Ordoñez Lasso, etc.
El Descanso	Paute	22	27	Autopista Carretera	Vía interoceánica E40, vía cuenca-San Cristóbal-Paute Vía Azogues-Leonán- Bulan, Paute
El Descanso	Gualaceo	18	22	Carretera	Vía colectora Gualaceo -Gualaquiza E594, Vía Gualaceo-plan de milagro- Limón Indanza, Vía Uzhoc-Granda
El Descanso	Azogues	12	19	Autopista Carretera	Carretera Panamericana norte E35, transversal austral E40 Secundarias como: Av. 24 de Mayo Av. Andrés F Córdova, etc.

Fuente: Elaboración propia (2025).

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS ECONÓMICO – FINANCIERO

4.1 Inversión inicial

Desglose de Inversión fija

La inversión fija corresponde a los activos tangibles requeridos para la instalación y operación de la planta de agregados con capacidad de 30.000 toneladas mensuales. Estos activos comprenden tanto equipos principales de trituración y clasificación como obras civiles, infraestructura de soporte y servicios auxiliares.

En concordancia con el proceso descrito en el Capítulo 3, los equipos críticos incluyen:

- Alimentador vibratorio Grizzly TF4616: Encargado de transferir la roca del ingreso de la planta hasta la trituradora de mandíbulas.

Al considerar equipos equivalentes de dimensiones y capacidades similares (46" x 16'), se identifican valores referenciales en el mercado que oscilan entre USD 22.500 y USD 49.500, dependiendo de la condición de uso y el distribuidor. De este modo, para efectos del presente estudio, se adopta el rango más alto estimado de USD 50.000 como valor de referencia de adquisición (Mittry Construction Equipment, s.f.; My Little Salesman, s.f.; Power Equipment Company, s.f.).

- Trituradora primaria TRIO CT 3042: equipo de reducción inicial de material, cuya adquisición es indispensable para garantizar la relación de conminución de 4,5:1 y el flujo hacia etapas posteriores.

Se ha estimado un rango referencial con base en equipos usados disponibles en plataformas especializadas. Un listado para venta en el sitio Surplus Record ofrece un modelo CT 3042 con capacidad de procesamiento entre 150 y 550 toneladas por hora a un precio de USD 72 100 (Surplus Record, s.f.). Además, otro sistema similar, ofrecido por Lenmark, cotiza en CAD 100 000, lo cual equivale a aproximadamente USD 74 000, según la tasa de conversión actual (Lenmark, s.f.). Por lo tanto, se adopta un valor de USD 75 000 como precio de referencia para este equipo en condiciones de operación o seminuevo.

- Trituradora secundaria TRIO APS 5160: destinada a obtener una adecuada homogeneidad en los agregados y reducir el material intermedio para cumplir con la granulometría especificada.

Se recurrió a fuentes comerciales especializadas en equipos usados disponibles en el mercado. En plataformas como Equipment Trader y MachineryTrader, se ha identificado un equipo TRIO APS 5160 de 2004 en venta por USD 128 500 (Equipment Trader, s.f.; MachineryTrader, s.f.). Basado en este valor, y considerando ajustes por condiciones normales de uso y depreciación, se adopta una referencia estimada de USD 250 000 considerando que se espera un equipo nuevo para efectos del presupuesto preliminar.

- Cribas o Zarandas vibratorias TIO6203: cuya función es clasificar el material en fracciones específicas, garantizando la uniformidad de los productos finales.

Se ha investigado un precio referencial en el portal MachineryTrader muestra rangos de precios que van desde USD 20.000 hasta USD 89.750 para cribas vibratorias de la marca Trio de dimensiones similares (MachineryTrader, s.f.). Con

base en dicho rango, se adopta un valor referencial de USD 90.000 por unidad para efectos del presupuesto preliminar de la planta.

- Bandas transportadoras y alimentadores vibratorios: esenciales para asegurar un flujo continuo y controlado de material, reduciendo tiempos improductivos y mejorando la eficiencia global del sistema.

Para estimar el costo de construcción y montaje de las bandas transportadoras utilizadas en el transporte de áridos y pétreos, se han considerado referencias de mercado que incluyen instalación completa y componentes auxiliares (estructura metálica, motorreductores, poleas y sistemas de seguridad). Según JMS Equipment (s.f.) y J.H. Foster (s.f.), el costo de instalación de transportadores industriales oscila entre USD 1.000 y USD 5.000 por metro lineal, dependiendo del ancho, capacidad de carga y nivel de personalización requerido.

En este estudio se proyecta la construcción de nueve bandas de 20 metros de longitud cada una, sumando un total de 180 metros lineales. Tomando como referencia USD 1.000 por metro lineal para transportadores de 24” y 30” de ancho consideradas pequeñas. El valor estimado de inversión asciende aproximadamente a USD 180.000, lo cual contempla equipos llave en mano, montaje estructural y puesta en operación. Los equipos son:

- Chute pantalón: para la adecuada distribución del material en clasificación secundaria.

El chute pantalón se incorpora en el diseño de la planta con el fin de regular y distribuir el flujo de áridos hacia las zarandas vibratorias secundarias. Su construcción es manual y utiliza acero estructural con recubrimientos anti desgaste para garantizar

durabilidad. En el mercado, este tipo de equipos presenta un costo referencial que oscila entre USD 5.000 y USD 15.000, dependiendo de la complejidad y el nivel de protección requerido (West River Conveyors, s.f.). Para este análisis se considera un valor de USD 15.000 debido a que se requiere un diseño completo.

- Cargadoras frontales: fundamentales para la alimentación de la planta y la manipulación de áridos en los patios de acopio.

Dado que el precio oficial del modelo Komatsu WA470-6R no está publicado por el fabricante, se han consultado fuentes confiables del mercado de equipos usados. En el portal TractorHouse se registra una unidad a la venta por USD 176.991, lo que proporciona una referencia sólida de costo para estimaciones preliminares (TractorHouse, s.f.). Así, para efectos del presupuesto de inversión fija, se considera este valor como precio referencial para cada cargadora frontal.

Con base en un precio internacional de USD 176.991 por unidad de la Komatsu WA470-6R (TractorHouse, s.f.), se estimó el costo de importación a Ecuador bajo metodología SENAE considerando $CIF = FOB + 5\%$ (flete + seguro), FODINFA 0,5 % y IVA 15 % aplicado sobre la base imponible ($CIF + \text{tributos}$). Dado que el Ad-valorem para la subpartida 8429.51 puede variar por beneficios o desdoblamientos, se presentan dos escenarios: 0 %, con un costo importado de USD 214.785,22, y 5 %, con USD 225.471,05. Estos valores proporcionan un rango realista para el presupuesto de inversión fija, sujeto a verificación arancelaria específica en el Arancel Nacional (SENAE, 2025; PwC Ecuador, 2024/2025).

- Sistema de control eléctrico: En proyectos industriales, el costo de los sistemas de control y automatización suele representar alrededor del 10 % del costo

total de la planta, según estimaciones especializadas (Hertanu, 1995). Esto incluye hardware de control (como PLC, HMI), tableros, instrumentación, cableado, programación y montaje.

Basado en esta referencia, para la planta de trituración proyectada (capacidad media de 125–173 TPH), el costo estimado del sistema de control eléctrico se calcula entre USD 80.000 y USD 120.000. Este rango proviene de aplicar el porcentaje mencionado al presupuesto estimado de inversión fija de la planta (Schneider Electric, 2020; Rockwell Automation, 2021)

- Herramientas para Mantenimientos en la planta: La implementación de un kit de mantenimiento y herramientas industriales es indispensable para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de una planta de trituración. Este kit no se limita al soporte de maquinaria pesada, sino que cubre el mantenimiento integral de los equipos principales (trituradoras, cribas vibratorias, alimentadores), auxiliares (bandas transportadoras, chutes) y del sistema eléctrico de control. Entre los elementos básicos se incluyen herramientas manuales reforzadas, juegos de llaves de impacto, extractores de rodamientos, equipos de soldadura, sistemas de lubricación, medidores eléctricos, dispositivos de calibración de vibraciones y repuestos menores.

En el mercado ecuatoriano, la adquisición de kits industriales de mantenimiento para plantas de procesamiento puede estimarse en un rango de USD 5.000 a USD 8.000, dependiendo del nivel de especialización y la calidad de los equipos incluidos (Total Ecuador, s.f.; Inducom, 2024). Este valor contempla la provisión inicial de herramientas necesarias para la ejecución de programas de mantenimiento preventivo y correctivo, ajustado a las condiciones de operación de la planta proyectada en El Descanso, Paute.

- Estudio de Suelos: En la implementación de una planta de trituración, un aspecto crítico de la inversión fija corresponde a la realización de estudios de mecánica de suelos en sitio, indispensables para definir las características geotécnicas del terreno y garantizar la correcta cimentación de equipos de gran tonelaje como las trituradoras TRIO CT3042 y APS5160, la zaranda vibratoria TIO6203 y las bandas transportadoras de 24" y 30" proyectadas en la instalación.

Estos estudios permiten determinar parámetros fundamentales como la capacidad portante del suelo, cohesión, ángulo de fricción interna y asentamientos diferenciales (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador [MTOP], 2019). Con base en dichos parámetros, se definen los diseños estructurales de cimentación que aseguran la estabilidad y evitan fallas durante la operación continua de la planta.

En el contexto ecuatoriano, los costos de estudios de suelos para proyectos industriales varían de acuerdo con la extensión del terreno y el número de sondeos requeridos, situándose en un rango de USD 5.000 a USD 8.000 para campañas que incluyan perforaciones, ensayos de laboratorio y la emisión de informes técnicos completos (Colegio de Ingenieros Civiles del Ecuador, 2022). Para el caso específico de esta planta, que demanda cimentaciones reforzadas para trituradoras y cribas de gran capacidad (125–173 TPH), se considera pertinente adoptar un valor referencial de USD 7.000.

De esta manera, la inversión en estudios de suelo no solo responde a una exigencia normativa, sino que constituye una medida preventiva que reduce riesgos de asentamientos diferenciales, vibraciones excesivas y fallas estructurales, asegurando la operatividad y la vida útil de los equipos instalados.

- Cimentaciones para equipos de Planta: Las cimentaciones deben diseñarse con base en los parámetros geotécnicos del sitio (capacidad portante, asentamientos y módulo de reacción), en concordancia con la NEC-SE-GC Geotecnia y Cimentaciones y el diseño sismorresistente aplicable a equipos industriales (NEC) (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016; Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, s. f.). Para equipos sometidos a vibración: TRIO CT3042 (mandíbulas), TRIO APS5160 (impacto), TIO6203 (criba); se recomiendan losas y pedestales de hormigón estructural $f'c \approx 280 \text{ kg/cm}^2$, con pernos de anclaje, grout de no retracción y refuerzo superior al de edificaciones corrientes.

Con precios públicos ecuatorianos recientes, el hormigón estructural $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ se referencia en el orden de USD 220–230/m³ (APU MTOP), mientras que el costo de “hormigón para armar” (que integra colocación y rendimientos de obra) se ubica en magnitudes comparables en generadores de precios locales; adicionalmente, el concreto 3000 psi aparece alrededor de USD 145–150/m³ como material+mano de obra base (MTOP, 2025; Generador de Precios Ecuador, s. f.; Geztio, s. f.). Sumando acero de refuerzo, encofrados, pernos/plantillas, grout y montaje, el costo compuesto de cimentación de equipos vibrantes se aproxima en la práctica a USD 320–380/m³ para plantas de áridos, y se valida con los índices IPCO 2025 como nivel de precios vigente (INEC, 2025).

Cantidades razonadas (volúmenes de guía para ante presupuesto):

- CT3042 (mandíbulas): losa/macizo aprox. $6 \times 4 \times 1,2 \text{ m} \approx 29 \text{ m}^3$.
- APS5160 (impacto): losa/macizo aprox. $7 \times 4 \times 1,5 \text{ m} \approx 42 \text{ m}^3$.

- TIO6203 (criba 6×20 ft): 4 pedestales $1,2 \times 1,2 \times 1,2$ m ≈ 7 m³.
- 9 bandas (20 m): pedestales intermedios y extremos (≈ 36 apoyos de $0,8 \times 0,8 \times 1,0$ m) ≈ 18 m³.
- Alimentador/chute y auxiliares: ≈ 10 m³.
- Volumen total estimado: ~ 106 m³ de hormigón estructural.

Estimación económica (ante presupuesto):

- Tomando USD 350/m³ como costo compuesto (hormigón 280, acero, encofrado, anclajes y colocación):
 - $106 \text{ m}^3 \times \text{USD } 350/\text{m}^3 = \sim \text{USD } 37.100$ (rango razonable USD 34.000–40.000 según detalle de refuerzo, accesos y logística).
 - Este valor incluye: concreto f'c 280, refuerzo elevado (≈ 120 – 180 kg/m³ típico para equipos vibrantes), encofrados, pernos/plantillas de anclaje, grout no retráctil, mano de obra y montaje. No incluye excavación/rellenos especiales ni mejoras de suelo que pudieran resultar del estudio geotécnico.

Se considera USD 40.000 para el cálculo respectivo, conforme avance el diseño (armados finales y cargas de maquinaria), el presupuesto debe recalibrarse con APU específicas y cantidades de obra derivadas de planos y memoria de cálculo.

- Tolvas y chutería: Para completar la línea de trituración se requiere la provisión y montaje de tolvas metálicas (recepción y “surge”) y chuterías de transferencia (incluido el chute pantalón). Estas unidades deben fabricarse en acero

estructural ASTM A36 con revestimientos antidesgaste AR400 en zonas de impacto y cambio de dirección, a fin de mitigar abrasión y prolongar la vida útil en operación continua con áridos (Leeco Steel, s. f.). En el mercado, los chutes industriales se ubican típicamente en un rango de USD 5.000–15.000 por unidad según complejidad y protección de desgaste (West River Conveyors, s. f.). Para el contexto ecuatoriano, los costos de estructuras metálicas y montajes (corte, soldadura, pernos, izaje, pintura/protección) pueden referenciarse con generadores de precios locales y APU, que reflejan mano de obra, insumos y logística propios del país (CYPE–Generador de Precios Ecuador, s. f.).

Con base en lo anterior y en la configuración de la planta (1 tolva de recepción primaria robusta, 1 tolva intermedia/surge, 4 chuterías de transferencia y 1 chute pantalón), se adopta el siguiente ante presupuesto:

- Tolva de recepción primaria (heavy-duty, liners AR400): USD 30.000–45.000 (fabricación + montaje).
- Tolva intermedia/surge (mediana, liners AR400): USD 20.000–30.000.
- Chuterías de transferencia (4 uni): USD 5.000–15.000 c/u → USD 20.000–60.000.
- Chute pantalón (bifurcador ajustable): USD 5.000–15.000.
- Ajustes locales (plataformas, faldones antipolvo, pernos de anclaje, pintura, izaje/rigging): $\approx$ 10–15 % sobre metalmecánica.

Estimación integrada (Ecuador):

- Conservador (mínimo): $\sim$ USD 120.000
- Probable (medio): $\sim$ USD 140.000–150.000
- Alto (máximo): $\sim$ USD 170.000

Este rango incorpora la fabricación local, montaje en sitio y los revestimientos AR400 en puntos críticos; está sustentado en precios de mercado para chutes industriales y en referencias locales de estructuras y montajes. En el cierre de ingeniería se recomienda validar cantidades (m² de placa A36 y AR400, metros de cordón de soldadura, horas de grúa) contra planos y memoria de cálculo para convertir el rango en presupuesto definitivo (CYPE–Generador de Precios Ecuador, s. f.).

- Infraestructura en general: La implementación de una planta de trituración requiere no solo la instalación de los equipos de proceso, sino también la construcción de infraestructura administrativa y de servicios complementarios, indispensables para el funcionamiento integral de la operación. En este sentido, se proyecta la construcción de un bloque administrativo operativo que contemple:
 - Oficinas administrativas (espacio de gestión y control).
 - Taller mecánico (mantenimiento preventivo y correctivo de equipos menores).
 - Servicios higiénicos (baños y vestidores para operarios).
 - Garita de control (acceso y seguridad).

De acuerdo con los costos referenciales de construcción en Ecuador, publicados por el INEC en el Índice de Precios de la Construcción (IPCO), el valor por metro cuadrado para edificaciones industriales y de servicios se sitúa en un rango de USD 450 a USD 550/m² (INEC, 2025). En el mercado privado de la región Austro, costos similares se confirman en generadores de precios locales, con variaciones asociadas al tipo de acabados y sistemas estructurales (CYPE – Generador de Precios Ecuador, s. f.).

Bajo estas condiciones, se estima que la superficie construida del bloque administrativo y de servicios se ubique entre 250 y 300 m², distribuidos entre talleres,

oficinas, baños y garita. Aplicando un costo promedio de USD 500/m², el presupuesto total aproximado se sitúa en un rango de USD 125.000 a USD 150.000.

Este monto cubre estructuras de hormigón y acero, albañilería de cerramiento, cubiertas metálicas, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias básicas, así como acabados funcionales de bajo mantenimiento, acordes a las exigencias de una planta industrial de áridos.

- Sistema de agua de proceso y control de polvo: Este sistema cumple una doble función: por un lado, garantiza la disponibilidad de agua para labores de limpieza, enfriamiento de equipos y servicios básicos; por otro, controla las emisiones de partículas finas generadas en puntos críticos como tolvas, trituradoras, zarandas y bandas transportadoras, contribuyendo al cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana en materia de calidad del aire (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2019).

El sistema propuesto integra un tanque de almacenamiento (50–80 m³), una bomba de impulsión, tuberías de distribución con boquillas aspersores en las zonas de mayor generación de polvo, así como filtros y válvulas de control. De acuerdo con generadores de precios de la construcción y cotizaciones locales de equipos hidráulicos, la instalación de un sistema de este tipo para una planta de capacidad media puede situarse en un rango de USD 35.000 a USD 50.000, considerando obra civil (base del tanque, caseta de bombeo), equipamiento hidráulico, red de tuberías y montaje especializado (CYPE – Generador de Precios Ecuador, s. f.; Inducom, 2024).

Este valor representa una inversión estratégica no solo desde el punto de vista ambiental, sino también operativo, ya que reduce la suspensión de polvo en patios de

acopio y áreas de trabajo, protege la salud ocupacional de los operarios y mejora la durabilidad de los equipos al disminuir la exposición a partículas abrasivas.

- Implementos de seguridad y señalética industrial: La operación de una planta de trituración implica riesgos asociados a la manipulación de áridos, vibraciones, ruido, polvo y movimiento de maquinaria pesada. Se debe garantizar la protección de los trabajadores y el cumplimiento de la normativa laboral vigente en el Ecuador, particularmente la relacionada con seguridad y salud en el trabajo (Ministerio de Trabajo, 2017).

Entre los implementos básicos se incluyen equipos de protección personal (EPP) como cascos, botas de seguridad, guantes, gafas, protectores auditivos y mascarillas contra polvo, así como la provisión de extintores, kits de primeros auxilios, duchas de emergencia, barandillas, mallas de protección y la instalación de señalética preventiva, restrictiva e informativa en todas las áreas críticas de la planta.

De acuerdo con precios referenciales del mercado ecuatoriano, la provisión completa de EPP para el personal operativo y administrativo, junto con la señalética industrial y equipos complementarios de seguridad, puede representar un costo aproximado de USD 12.000 a USD 18.000, dependiendo del número de trabajadores y del nivel de detalle en los sistemas de protección (CYPE – Generador de Precios Ecuador, s. f.; Segurind Cía. Ltda., 2023).

Esta inversión no solo responde a obligaciones legales, sino que constituye una medida preventiva que reduce el riesgo de accidentes, mejora las condiciones laborales y asegura la sostenibilidad operativa de la planta.

En la Tabla 37 se presenta el desglose de la inversión fija estimada, diferenciada por categorías de equipos e infraestructura.

Tabla 37: Desglose inversión fija

Categoría	Elemento	Cantidad	Unidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Equipos principales	Alimentador vibratorio Grizzly	1	unidad	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
	Trituradora primaria	1	unidad	\$ 75.000,00	\$ 75.000,00
	Trituradora secundaria	1	unidad	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
	Zarandas vibratorias	2	unidad	\$ 90.000,00	\$ 180.000,00
	Bandas transportadoras	180	metros lineales	\$ 1.000,00	\$ 180.000,00
	Chute pantalón	1	unidad	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
Equipos auxiliares	Cargadoras frontales Komatsu WA470-6R	2	unidades	\$ 225.471,05	\$ 450.942,10
	Sistema de control eléctrico	1	sistema	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00
	Kit de mantenimiento y herramientas	1	lote	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
Obras civiles	Estudios de suelo en sitio	1	estudio	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00
	Cimentaciones para equipos de trituración	1	conjunto	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
	Tolvas y chuterías	1	bloque	\$ 170.000,00	\$ 170.000,00
Infraestructura complementaria	Infraestructura en general: Oficinas, taller, baños.	1	bloque	\$ 150.000,00	\$ 150.000,00

	Sistema de agua de proceso y control de polvo	1	sistema	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
	Implementos de seguridad y señalética industrial	1	lote	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00
Total inversión fija					\$1.763.942,10

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis de los componentes que conforman la planta de trituración, incluyendo equipos principales, auxiliares, obras civiles e infraestructura complementaria, determina una inversión fija total de USD 1.763.942,10. Esta inversión fija constituye la base material y tecnológica que asegura la operatividad, seguridad y sostenibilidad del proyecto.

Capital de trabajo requerido (insumos, nómina, gastos administrativos iniciales).

Hay que considerar que una planta de trituración demanda un capital de trabajo inicial, indispensable para asegurar la continuidad operativa durante los primeros meses de producción. Este capital incluye tres componentes principales:

- **Insumos y consumibles de operación:** Comprende la adquisición de repuestos menores, lubricantes, combustibles para las cargadoras, piezas de desgaste para trituradoras y cribas, así como materiales de oficina y suministros básicos para el funcionamiento administrativo. Estos recursos permiten afrontar las exigencias de la etapa de arranque, cuando el desgaste de componentes y el consumo energético suelen ser superiores al promedio.
- **Nómina inicial:** Corresponde a la contratación del personal operativo y administrativo, incluyendo técnicos de planta, operadores de maquinaria, personal de

mantenimiento, seguridad y administración. Se recomienda proyectar al menos tres meses de salarios para cubrir el período de estabilización productiva y evitar interrupciones derivadas de falta de liquidez.

- **Gastos administrativos y de gestión:** Incluyen trámites legales, licencias, servicios básicos (agua, electricidad, telecomunicaciones), seguros y contratos de servicios externos (contabilidad, asesoría legal y seguridad industrial). Estos gastos garantizan el cumplimiento de las obligaciones normativas y facilitan la integración del proyecto en el marco legal y financiero ecuatoriano.

De acuerdo con parámetros de costos del sector industrial ecuatoriano, el capital de trabajo requerido se puede estimar en un rango equivalente al 10 % al 15 % de la inversión fija (INEC, 2025; CYPE – Generador de Precios Ecuador, s. f.). Aplicado a la inversión fija total del proyecto (USD 1.763.942,10), el capital de trabajo se ubica entre USD 176.000 y USD 265.000. Este monto garantiza liquidez suficiente para afrontar insumos críticos, pago de nómina y gastos administrativos en la fase de arranque, asegurando la estabilidad financiera de la planta durante sus primeros meses de operación, es por esto por lo que se considera el valor más alto.

Tabla 38: Estimación de capital de trabajo inicial

Categoría	Descripción	Monto estimado (USD)
Insumos y consumibles	Lubricantes, combustibles, repuestos menores, piezas de desgaste, materiales de oficina y suministros básicos.	65.000 – 90.000
Nómina inicial	Sueldos y beneficios sociales del personal operativo, técnico y administrativo (aprox. 3 meses).	80.000 – 120.000
Gastos administrativos	Licencias, seguros, servicios básicos (agua, electricidad, telecomunicaciones), asesoría legal y contable.	31.000 – 55.000

TOTAL CAPITAL DE TRABAJO	Estimación equivalente al 10–15 % de la inversión fija (USD 1.763.942,10).	176.000 – 265.000
---------------------------------	---	--------------------------

Fuente: Elaboración propia (2025).

4.2 Costos de operación

Los costos de operación son los egresos periódicos necesarios para mantener la continuidad productiva. Estos se dividen en costos fijos, tales como salarios del personal, seguros, mantenimiento preventivo y servicios básicos, y costos variables, que dependen directamente del nivel de producción e incluyen consumo de energía eléctrica, combustibles para cargadoras, repuestos de desgaste en trituradoras y zarandas, lubricantes y gastos logísticos de transporte.

La correcta identificación de estos rubros es fundamental, ya que determinan la estructura de costos de la planta y permiten proyectar la rentabilidad del proyecto bajo diferentes escenarios de demanda (Park, 2011; Gallo, 2019).

Costos fijos (mano de obra, mantenimiento preventivo, seguros, permisos).

La operación continua de la planta de trituración proyectada implica cubrir una serie de costos fijos, es decir, egresos que se mantienen constantes independientemente del nivel de producción. Estos abarcan principalmente: mano de obra directa e indirecta, mantenimiento preventivo, seguros industriales y permisos/licencias regulatorias. La estimación de estos costos se presenta a continuación, tomando como base parámetros salariales ecuatorianos, porcentajes de provisión de mantenimiento y estándares del sector (Park, 2011; Gallo, 2019).

- **Mano de obra**

Se considera el personal mínimo requerido para la planta: un jefe de planta, un operador de planta, un mecánico, dos operadores de cargadora y un despachador. El cálculo incluye sueldo base, aportes patronales al IESS (12,15 %), provisiones de décimo tercero (8,33 %) y décimo cuarto (USD 470/12 por trabajador), así como fondos de reserva (8,33 %) cuando aplica esto asciende a un valor anual de USD 73.200,00.

Tabla 39: Cálculo mano de obra

Cargo	Sueldo base (USD)	N° pers.	Subtotal mensual sueldos (USD)	Subtotal anual sueldos (USD)
Jefe de planta	1.500	1	2.500	30000,00
Operador de planta	1000	1	1000	12000,00
Mecánico	1.100	1	1.100	13200,00
Operadores de cargadora	1.000	2	2.000	24000,00
Despachador	900	1	900	10800,00
TOTAL SUELDOS BASE		6	6.100	90000,00

Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Mantenimiento preventivo**

Se estima como una provisión anual del 3–5 % del valor de equipos de trituración y clasificación. Para este proyecto se adopta el 4 %, equivalente a USD 74.947,10 anuales, o USD 6.245,59 mensuales. Esta provisión cubre piezas de desgaste (mallas, rodillos, revestimientos), lubricantes, y servicios técnicos especializados (Gallo, 2019).

- **Seguros industriales**

El seguro de maquinaria e infraestructura industrial representa entre 0,5 % y 1 % del valor asegurable anual. Para este caso se adopta el 0,8 %, equivalente a USD 11.991,54 anuales, o USD 999,29 mensuales. Esta cobertura incluye riesgos de incendio, accidente de maquinaria y responsabilidad civil (Park, 2011).

- **Permisos y licencias**

Se considera una provisión de USD 8.000 anuales, o USD 666,67 mensuales, destinada a cubrir permisos ambientales, tasas municipales y licencias de operación exigidas por la normativa ecuatoriana vigente (Ministerio de Trabajo, 2017).

A continuación, se presenta la tabla resumen de los costos fijos de la planta:

Tabla 40: Resumen de costos fijos de Planta

Concepto	Monto mensual (USD)	Monto anual (USD)
Mano de obra	6.100,00	90.000,00
Mantenimiento preventivo	6.245,59	74.947,08
Seguros industriales	999,29	11.991,54
Permisos y licencias	666,67	8.000,00
Total costos fijos	14.011,55	184.938,62

Fuente: Elaboración propia (2025).

Costos variables (energía, combustibles, repuestos, insumos).

Los costos variables representan aquellos egresos directamente proporcionales al volumen de producción de la planta de trituración. A diferencia de los costos fijos, varían en función de las horas de operación, el consumo de energía, combustibles, piezas de desgaste e insumos por tonelada procesada. En el caso de la planta proyectada en El Descanso, Paute, se estimó la base de cálculo considerando una producción de 30.000 toneladas mensuales y un régimen de operación de 240 horas al mes, con una capacidad efectiva de 125 TPH.

Los rubros evaluados incluyen: energía eléctrica, combustible para cargadoras, repuestos de desgaste, insumos de operación y agua de proceso y control de polvo. Los cálculos se realizaron a partir de coeficientes técnicos por kWh, litro de diésel, tonelada procesada y metro cúbico de agua, en concordancia con referencias de ingeniería económica e industrial (Gallo, 2019; Park, 2011; Metso Outotec, 2021).

Ahora bien, considerando los datos de la planta y la potencia aproximada instalada para nuestra planta en base a la siguiente tabla:

Tabla 41: datos planta y potencia instalada aproximada

SUPUESTOS OPERATIVOS DEL PROYECTO		
Datos de Planta	Valor	Unidades
Producción efectiva	30000	t/mes
Régimen de trabajo	240	h/mes
Capacidad de planta	125	t/h
Factor de carga eléctrica medio	0,75	adi
POTENCIA INSTALADA DEL PROCESO (REFERENCIAL)		
Alimentador vibratorio	20	kW
Trituradora primaria (150 HP)	150	kW

Trituradora secundaria (impacto)	300	kW
Zarandas (2×)	100	kW
Bandas (9× ~10 kW)	90	kW
Bombeo/servicios	20	kW
Total Potencia aprox. para cálculo	680	kW

Fuente: Elaboración propia (2025).

Estas potencias son representativas para plantas de áridos de 100–200 TPH (ver criterios de ingeniería y catálogos de fabricantes; Park, 2011; Gallo, 2019), es por esto por lo que se manejara un aproximado de 560 kW.

Energía Eléctrica: Considerando que la energía mensual es igual a:

$$\text{Energía Mensual (kWh)} = \text{Potencia instalada} \times \text{Factor de carga} \times \text{h/mes}$$

$$\text{kWh/mes} = 680 \times 0,75 \times 240 = 122.400 \text{ kWh}$$

Luego, calculamos el costo de energía utilizando una tarifa aproximada de USD 0,10/kWh en Ecuador:

$$\text{Costo energía} = \text{kWh} \times \text{Tarifa (USD/kWh)}$$

$$\text{Costo energía} = 122.400 \times 0,10 = \text{USD } 12.24/\text{mes}$$

Calculo Combustibles (diésel para 2 cargadoras): Se considera un supuesto aproximado de consumo para un régimen de carga medio de 30 L/h por cargadora WA470, 240 h/mes que el equipo trabajaría, considerando que son 2 equipos y un precio referencial de diésel: USD 0,64/L (ajustable considerando el Diesel industrial USD 2.435593/galón). Se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Consumo mensual} = 30 \times 240 \times 2 = 14.400 \text{ L/mes}$$

$$\text{Costo combustible} = 14.400 \times 0,64 = \text{USD } 9216/\text{mes}$$

$$\text{Costo Anual} = \text{USD } 110.592$$

Repuestos de desgaste (mandíbulas/liners, Barras de Impacto/revestimientos, mallas, rodillos, correas): Los repuestos de desgaste constituyen uno de los costos variables más relevantes en una planta de trituración, debido a la naturaleza abrasiva de los áridos procesados. Este rubro incluye componentes como mandíbulas y liners de la trituradora primaria, barras de impacto y revestimientos de la trituradora secundaria de impacto, mallas de cribado, rodillos de transporte y correas. La vida útil de estos elementos depende de la dureza del material alimentado y de la intensidad del régimen de operación, por lo que en la práctica industrial se acostumbra a establecer una provisión por tonelada procesada (Metso Outotec, 2021).

Para este proyecto se adopta un valor conservador de USD 0,40 por tonelada, correspondiente a plantas de trituración con procesos combinados de impacto y cribado. Considerando una producción mensual de 30.000 toneladas, el costo estimado asciende a USD 12.000 mensuales, lo que equivale a USD 144.000 anuales. Este cálculo asegura que el presupuesto de operación contemple la reposición oportuna de piezas críticas, garantizando la continuidad y eficiencia del proceso.

Insumos de operación: comprenden todos aquellos consumibles necesarios para garantizar el funcionamiento continuo y seguro de la planta de trituración. Dentro de este grupo se consideran lubricantes, grasas, filtros, repuestos menores, herramientas de taller y suministros asociados a las labores de mantenimiento rutinario. Estos elementos, aunque no representan un costo elevado en comparación con la energía o los repuestos de desgaste, resultan fundamentales para evitar fallas prematuras en la maquinaria y mantener la eficiencia operativa (Gallo, 2019).

En la práctica industrial, el costo de insumos suele estimarse mediante una provisión por tonelada procesada, lo que permite dimensionar el gasto de acuerdo con el nivel de producción. Para el presente proyecto se adopta un valor de USD 0,10 por tonelada, considerado un supuesto razonable para plantas de trituración de mediana capacidad. Con una producción proyectada de 30.000 toneladas mensuales, este valor corresponde a un costo de USD 3.000 por mes, equivalente a USD 36.000 anuales. Esta provisión asegura la disponibilidad de recursos esenciales para la lubricación, limpieza y sustitución periódica de filtros y consumibles, reduciendo el riesgo de paradas no planificadas y extendiendo la vida útil de los equipos.

Agua de proceso y control de polvo: Constituye un insumo esencial en plantas de trituración, ya que permite reducir la emisión de partículas en suspensión en puntos críticos como tolvas, trituradoras, zarandas y bandas transportadoras. Este sistema de aspersión, además de mejorar las condiciones de visibilidad y salubridad en el área de trabajo, contribuye al cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana en materia de calidad del aire (MAATE, 2019).

Para el presente proyecto, se adoptó un consumo referencial de 1,0 m³/h, equivalente a la demanda de un sistema de aspersión localizado en puntos estratégicos. Bajo un régimen operativo de 240 horas al mes, se estima un volumen mensual de 240 m³ de agua. Considerando una tarifa referencial de USD 0,50/m³ (agua industrial proveniente de pozo con bombeo), el costo mensual asciende a USD 120, lo que equivale a USD 1.440 anuales.

Este gasto, aunque representa un porcentaje menor dentro de los costos variables totales, resulta estratégico para garantizar la sostenibilidad ambiental y operativa de la planta, reduciendo el impacto de emisiones de polvo en trabajadores y comunidades aledañas.

En resumen, se presenta una tabla que explica lo descrito:

Tabla 42: Resumen Costos variables de la operación

Concepto	Base de cálculo	Mensual (USD)	Anual (USD)
Energía eléctrica	$680 \text{ kW} \times 0,75 \times 240 \text{ h} \times 0,10 \text{ USD/kWh}$	12.240	146.880
Combustible (2 cargadoras)	$9216 \text{ L/mes} \times 0,64 \text{ USD/L}$	9.216	110.592
Repuestos de desgaste	$0,40 \text{ USD/t} \times 30.000 \text{ t}$	12.000	144.000
Insumos de operación	$0,10 \text{ USD/t} \times 30.000 \text{ t}$	3.000	36.000
Agua de proceso y control de polvo	$240 \text{ m}^3/\text{mes} \times 0,50 \text{ USD/m}^3$	120	1.440
TOTAL COSTOS VARIABLES		36.576	438.912

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis de los costos variables de operación evidencia que la planta de trituración proyectada, Paute demanda un gasto mensual aproximado de USD 26.576, lo que representa USD 438.912 anuales para una producción de 30.000 toneladas mensuales. Los rubros de mayor incidencia corresponden a los repuestos de desgaste (33 %), el consumo de energía eléctrica (33 %) y el combustible de las cargadoras (25 %), mientras que los insumos de operación (8 %) y el agua de control de polvo (1 %) tienen una participación menor.

Esta distribución confirma que la competitividad del proyecto depende en gran medida de la gestión eficiente del consumo energético y de los repuestos de desgaste, al ser los componentes que concentran más del 60 % del total. Asimismo, se resalta que, aunque el agua de proceso representa un costo marginal, cumple un rol estratégico en el cumplimiento ambiental y la sostenibilidad operativa de la planta.

Depreciación de Activos

La depreciación constituye un concepto fundamental en la evaluación financiera de proyectos industriales, ya que representa la pérdida de valor económico de los activos fijos a lo largo del tiempo como consecuencia de su uso, desgaste mecánico, factores tecnológicos y obsolescencia. En términos contables, la depreciación no implica una salida directa de efectivo, pero sí se reconoce como un costo operativo, afectando los estados de resultados y reduciendo la base imponible del impuesto a la renta (Horngren, Sundem & Stratton, 2012).

En el caso de la planta de trituración proyectada en El Descanso, Paute, la depreciación se aplica a los equipos principales (alimentador, trituradoras, zarandas, bandas, chute pantalón), equipos auxiliares (cargadoras, sistema eléctrico, kit de mantenimiento), así como a las obras civiles y la infraestructura complementaria. La normativa contable y tributaria ecuatoriana (Servicio de Rentas Internas [SRI], 2023) establece tasas máximas de depreciación anual para cada tipo de activo, entre las cuales se encuentran:

- Maquinaria y equipo de planta: 10 % anual.
- Vehículos y equipos móviles: 20 % anual.
- Edificaciones e infraestructura: 5 % anual.

La aplicación de estas tasas permite distribuir el costo de los activos a lo largo de su vida útil estimada, logrando una asignación justa y técnica de los gastos de inversión.

Además, la incorporación de la depreciación en el flujo de caja del proyecto asegura que los indicadores financieros, como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), reflejen de manera realista el impacto del desgaste y la reposición futura de los activos.

En consecuencia, la depreciación no solo cumple una función contable, sino que se convierte en un mecanismo de planificación financiera y de sostenibilidad, ya que permite prever la renovación de equipos e infraestructura en el horizonte de los 15 años considerados para la planta.

Gastos financieros

La estructura financiera del proyecto contempla una combinación de recursos propios y financiamiento externo. En concreto, se prevé que el 40 % de la inversión total se cubra con capital propio de los promotores, mientras que el 60 % restante será financiado mediante un crédito otorgado por una entidad bancaria nacional. Esta estrategia responde a la necesidad de optimizar el uso de recursos disponibles, mantener liquidez para la operación inicial y aprovechar las condiciones del mercado financiero ecuatoriano.

En el contexto nacional, las tasas de interés para créditos productivos empresariales se encuentran reguladas por la Junta de Política y Regulación Financiera y el Banco Central del Ecuador, con valores que oscilan entre el 9 % y el 11 % anual para el año 2025, dependiendo del plazo y del monto solicitado (BCE, 2025). La adopción de un modelo de financiamiento combinado contribuye a disminuir la proporción de deuda respecto al total de la inversión, fortalecer la imagen de solidez financiera frente a las entidades bancarias y equilibrar la exposición al riesgo entre recursos propios y financiamiento externo. De esta manera, los gastos financieros del proyecto se derivan principalmente del pago de intereses asociados al crédito bancario, los cuales deben incluirse en el flujo de caja proyectado. Esta consideración resulta fundamental para obtener indicadores financieros realistas, tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), garantizando que el análisis de viabilidad del proyecto refleje no solo los costos de inversión y operación, sino también el peso de la estructura de financiamiento en las obligaciones de la empresa.

4.3 Ingresos proyectados

La planta de trituración proyectada en El Descanso, Paute producirá cuatro fracciones principales de agregados, cada una con una denominación técnica y un nombre comercial ampliamente utilizado en el mercado ecuatoriano: Piedra #67 (ripio), Piedra #8 (chispa), Piedra #8 fina (chispa) y arena triturada (polvo de piedra). Estos productos, al responder a rangos granulométricos estandarizados, permiten atender la demanda de hormigón estructural, mezclas asfálticas, morteros y obras de infraestructura vial e hidráulica.

En particular, la fracción identificada como chispa (#8 y #8 fina) constituye un producto estratégico, pues su utilización depende de las especificaciones del hormigón o mezcla asfáltica requerida por cada cliente. De esta manera, la planta puede ofrecer tanto un agregado de tamaño medio como uno más fino, ajustándose a las condiciones de diseño y resistencia de la obra.

Tabla 43: Productos ofertados por la Planta

Producto en plg	Producto en mm	Nombre del Producto	Nombre conocido en el mercado
-7/8" +1/2"	22,2 mm – 12,7 mm	Piedra # 67	Ripio
-5/8" +3/16"	15,9 mm – 4,8 mm	Piedra # 8	Chispa
-1/2" +3/16"	12,7 mm – 4,8 mm	Piedra # 8 fina	Chispa
-3/"16"	< 4,8 mm	arena triturada	Polvo de Piedra

Fuente: Elaboración propia (2025).

Sobre la base de esta estructura de productos y su participación porcentual en la producción total, se elaborarán las proyecciones de ventas. Dichas proyecciones consideran la colocación en el mercado local y regional, tomando como referencia el volumen mensual de

producción y los precios promedio vigentes para cada tipo de agregado. Con ello, se asegura que los ingresos estimados reflejen las condiciones reales de comercialización en el sector de áridos y agregados del Azuay.

Estimación de ventas

El análisis de la oferta realizado en capítulos anteriores permitió identificar que en el cantón Paute y sus alrededores operan varias empresas dedicadas a la producción y comercialización de áridos y agregados. Estas compañías presentan una estructura de precios heterogénea que responde a factores como capacidad instalada, costos logísticos, ubicación de cantera, certificaciones de calidad y nivel de consolidación en el mercado.

En el caso de los productos de mayor rotación, como el ripio, la chispa y el polvo de piedra, los precios de venta registrados en las distintas plantas se sitúan en los siguientes rangos aproximados:

- Piedra #67 (ripio): entre USD 16,00 y USD 21,00/m³.
- Piedra #8 (chispa): entre USD 13,00 y USD 17,50/m³.
- Arena triturada o polvo de piedra: entre USD 10,00 y USD 19,00/m³.

Frente a estos valores, se establecieron los siguientes precios para la planta proyectada:

Tabla 44: Precios establecidos para la venta

Producto	Precios establecidos	Precios establecidos
	sin IVA	con IVA 5%
Piedra #67 (Ripio)	17,14	18,00
Piedra #8 (Chispa)	16,67	17,50
Piedra #8 fina (Chispa)	16,19	17,00
Arena triturada (Polvo de piedra)	14,29	15,00

Fuente: Elaboración propia (2025).

La definición de estos valores responde a los siguientes criterios técnicos:

Ubicación competitiva en el mercado: los precios se sitúan en el rango medio–bajo del mercado regional, permitiendo penetrar en el sector sin sacrificar rentabilidad. De esta manera, se logra competir con proveedores de menor escala, al tiempo que se mantiene un valor atractivo frente a las empresas que ofrecen a un mayor precio.

Estrategia de diversificación en chispa: se ofrece tanto chispa gruesa (Piedra #8) como chispa fina, lo que permite adaptarse a distintos requerimientos de hormigón y mezclas asfálticas. La diferencia de precios entre ambas fracciones es mínima, reflejando que la elección dependerá del tipo de diseño solicitado por el cliente.

Posicionamiento en arena triturada: el polvo de piedra, producto de alta demanda por su uso en hormigones, morteros y estabilización de suelos, se estableció en USD 15,00/m³, valor competitivo frente al rango de mercado (10–19 USD/m³) y atractivo para ganar participación en los primeros años de operación, adicional este producto puede ser utilizado para la adhesión en las Bases o Subbases.

Cobertura de costos y rentabilidad: los precios definidos se calcularon en concordancia con los costos variables y fijos de la planta (energía, combustibles, repuestos, mantenimiento y personal), garantizando un margen que permite cubrir además los compromisos financieros derivados de la inversión inicial.

Ventajas competitivas: La cercanía inmediata a la fuente de materia prima, lo que contrasta con la realidad de la mayoría de las plantas de la zona que deben enfrentar mayores distancias de acarreo desde sus frentes de explotación. Esta localización estratégica reduce significativamente los costos asociados al transporte interno de material, al consumo de combustibles y al desgaste de equipos de carguío, permitiendo a la planta proyectada manejar una estructura de costos más eficiente. Gracias a este factor, resulta posible establecer precios de venta en un nivel intermedio dentro del mercado regional, asegurando competitividad frente a empresas consolidadas y, al mismo tiempo, garantizando la rentabilidad necesaria para sostener la operación en el largo plazo.

Escenarios de ingresos

En la proyección de producción de la planta de trituración se ha considerado una capacidad instalada teórica de 138.461,52 m³ por año, equivalente a aproximadamente 360.000 toneladas métricas anuales, según la configuración de los equipos principales. No obstante, debido a que la planta es un nuevo actor en el mercado, no resulta técnicamente realista asumir una utilización plena de la capacidad desde el primer año de operación. Por esta razón, se aplicó un factor de utilización progresivo, que inicia en 52 % durante el primer año y aumenta gradualmente hasta alcanzar el 100 % en el año 15.

Este enfoque permite reflejar de manera más ajustada la dinámica de inserción en el mercado, considerando que los primeros años requieren consolidación de clientes, posicionamiento frente a la competencia y adaptación operativa. Dicho planteamiento

responde a la práctica recomendada en la ingeniería de proyectos de plantas industriales, donde la curva de aprendizaje y la demanda efectiva justifican un escalamiento progresivo de la producción (Park, 2011; Gallo, 2019).

En cuanto a la distribución del producto, se mantuvo constante el porcentaje de participación de cada fracción granulométrica sobre el total procesado, en función de los resultados de diseño y la configuración de cribado de la planta. De esta manera, la producción proyectada se reparte en: 46 % de Piedra $\frac{3}{4}$ " (ripio), 21 % de Chispa $\frac{3}{8}$ ", 12 % de Chispa Fina y 21 % de Arena de trituración. Esta clasificación se encuentra alineada con los estándares del mercado de agregados en el Ecuador y asegura que la planta pueda cubrir las principales necesidades de la industria de la construcción, incluyendo la fabricación de hormigones estructurales, mezclas asfálticas, prefabricados y obras de infraestructura vial.

La aplicación de un porcentaje de utilización progresivo junto con una distribución de producción ajustada a la demanda real del mercado otorga mayor realismo a las proyecciones económicas y financieras del proyecto, evitando sobreestimaciones en los ingresos y asegurando la sostenibilidad del negocio a lo largo de los 15 años de vida útil contemplado.

Tabla 45: Proyección de Ventas

DATOS	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8	Periodo 9	Periodo 10	Periodo 11	Periodo 12	Periodo 13	Periodo 14	Periodo 15
Capacidad nueva trituradora en m³	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52	138461,52
% Utilización Planta	52%	56%	60%	64%	68%	72%	76%	80%	84%	88%	92%	96%	98%	99%	100%
Cantidad Trituradora	71999,99	77538,45	83076,91	88615,37	94153,83	99692,29	105230,75	110769,21	116307,67	121846,13	127384,59	132923,05	135692,29	137076,90	138461,52
Piedra #67 (Ripio)	\$ 33.120,00	\$ 35.667,69	\$ 38.215,38	\$ 40.763,07	\$ 43.310,76	\$ 45.858,46	\$ 48.406,15	\$ 50.953,84	\$ 53.501,53	\$ 56.049,22	\$ 58.596,92	\$ 61.144,61	\$ 62.418,45	\$ 63.055,38	\$ 63.692,30
Piedra #8 (Chispa)	\$ 15.120,00	\$ 16.283,07	\$ 17.446,15	\$ 18.609,23	\$ 19.772,31	\$ 20.935,38	\$ 22.098,46	\$ 23.261,54	\$ 24.424,61	\$ 25.587,69	\$ 26.750,77	\$ 27.913,84	\$ 28.495,38	\$ 28.786,15	\$ 29.076,92
Piedra #8 fina (Chispa)	\$ 8.640,00	\$ 9.304,61	\$ 9.969,23	\$ 10.633,84	\$ 11.298,46	\$ 11.963,08	\$ 12.627,69	\$ 13.292,31	\$ 13.956,92	\$ 14.621,54	\$ 15.286,15	\$ 15.950,77	\$ 16.283,07	\$ 16.449,23	\$ 16.615,38
Arena triturada (Polvo de piedra)	\$ 15.120,00	\$ 16.283,07	\$ 17.446,15	\$ 18.609,23	\$ 19.772,31	\$ 20.935,38	\$ 22.098,46	\$ 23.261,54	\$ 24.424,61	\$ 25.587,69	\$ 26.750,77	\$ 27.913,84	\$ 28.495,38	\$ 28.786,15	\$ 29.076,92
TOTAL VENTA POR AÑO	\$ 71.999,99	\$ 77.538,45	\$ 83.076,91	\$ 88.615,37	\$ 94.153,83	\$ 99.692,29	\$105.230,76	\$110.769,22	\$116.307,68	\$121.846,14	\$127.384,60	\$132.923,06	\$135.692,29	\$137.076,90	\$138.461,52

Fuente: Elaboración propia (2025)

- **Costo Materia Prima**

El costo de la materia prima constituye un componente esencial dentro de la estructura económica de la planta de trituración proyectada, ya que integra todos los procesos necesarios para disponer del material en el patio de acopio y garantizar la continuidad productiva. Con base en las condiciones operativas de la zona y los precios referenciales del sector, se ha determinado un costo total aproximado de USD 7,00 por metro cúbico, compuesto de la siguiente manera:

- Costo directo de la materia prima (extracción en cantera): USD 3,84/m³

Incluye las labores de arranque, desprendimiento, selección inicial y formación de pilas en el frente de cantera. Este valor refleja el precio de los agregados en banco, considerando la calidad y disponibilidad de la roca en la zona de estudio.

- Transporte desde la mina hasta la planta: USD 1,94/m³

Corresponde al acarreo mediante camiones o volquetas, calculado sobre la base de la distancia corta entre el frente de explotación y el patio de acopio de la planta. Este costo representa una ventaja competitiva frente a plantas de la región que requieren mayores recorridos, aumentando su gasto logístico.

- Carguío con maquinaria: USD 1,22/m³

Considera el alquiler y operación de cargadoras frontales utilizadas para extraer el material desde el banco y cargarlo en los vehículos de transporte, así como su descarga en el patio de stock. Este rubro contempla consumo de combustible, mano de obra y mantenimiento.

La suma de estos tres componentes da como resultado un costo unitario total de USD 7,00/m³ de materia prima puesta en planta. Esta estimación refleja de manera realista las condiciones técnicas y económicas del proyecto, asegurando la competitividad de la operación frente a otros productores de la zona.

En consecuencia, este valor será integrado en el análisis económico como parte de los costos variables de operación, garantizando que el flujo financiero del proyecto contemple adecuadamente los gastos de extracción, carguío y transporte de la materia prima.

4.4 Flujo de caja proyectado

El flujo de caja proyectado constituye la herramienta principal para evaluar la viabilidad económica del proyecto. En este caso, se planteó un horizonte de 15 años, acorde con la vida útil de la planta de trituración y de los principales equipos. Los datos considerados para el análisis son:

- Producción anual: 138.461,52 m³ (360.000 Tn) en plena capacidad, con un factor de utilización progresivo: 52 % el primer año, 56 % en el segundo, y así sucesivamente hasta alcanzar el 100 % en el año 15.
- Precios de venta: se fijaron en función de la competencia regional y el posicionamiento de mercado:
 - Piedra #67 (Ripio): 17,14 USD/m³
 - Piedra #8 (Chispa): 16,67 USD/m³
 - Piedra #8 fina: 16,19 USD/m³
 - Arena triturada: 14,29 USD/m³
- Inflación: se consideró una tasa de 2,5 % anual, en línea con los datos históricos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2024).

- Costos variables: USD 36.576/mes en plena capacidad, ajustados de manera proporcional a la utilización y con incremento por inflación.
- Costos fijos: incluyen nómina, seguros, permisos, mantenimiento preventivo y provisiones; estimados en aproximadamente USD 15.000/mes.
- Depreciaciones: aplicadas según normativa ecuatoriana (SRI, 2023):
 - Maquinaria y equipos de trituración: Para 15 años.
 - Vehículos y cargadoras: Para 10 años.
 - Edificaciones e infraestructura: Para 15 años
- Financiamiento: 40 % capital propio y 60 % crédito bancario a 10 años, con tasa de interés del 10 % anual.
- Valor residual: se considera un valor de rescate de USD 200.000 al final de la vida útil.
- Impuesto a la renta: De acuerdo con la Ley de Régimen Tributario Interno (LRTI) vigente en el Ecuador, las sociedades están obligadas a determinar su impuesto a la renta aplicando la tarifa general del 28 % sobre la base imponible. Esta base se calcula a partir de la utilidad contable antes de impuestos, deduciendo en primer lugar la participación a trabajadores equivalente al 15 % de la utilidad líquida, conforme al Código del Trabajo. Solo después de esta deducción, la normativa establece que se aplique la tarifa correspondiente para obtener el valor del impuesto (Servicio de Rentas Internas [SRI], 2024).

Con estos elementos se construyó el flujo de caja proyectado anual y mensual, el cual muestra ingresos crecientes por efecto de la curva de utilización y la inflación, egresos controlados por los costos fijos y variables, y una generación neta de efectivo positiva a partir de los primeros años de operación.

4.5 Evaluación financiera

En este caso, los resultados muestran que los costos de materia prima, carguío y transporte presentan un crecimiento progresivo, en concordancia con el incremento en la utilización de la planta, que pasa del 52 % en el primer periodo al 100 % en el periodo quince. A ello se suman los costos fijos, que se mantienen estables, y los costos variables, que aumentan proporcionalmente a la producción, coherentes con el comportamiento esperado en industrias extractivas y de transformación (Gitman & Zutter, 2015).

La producción anual de áridos se distribuye entre distintas fracciones (ripio, chispa, gravilla fina y arena de trituración), con un precio promedio constante de 16,33 USD/m³, lo que genera un crecimiento sostenido de las ventas desde 1,17 millones de USD en el periodo 1 hasta 2,26 millones de USD en el periodo 15. Este comportamiento evidencia la estabilidad de la demanda y la escalabilidad de la operación.

En términos de resultados operativos, la utilidad antes de impuestos aumenta desde 128.073,11 USD hasta 582.495,87 USD en el horizonte analizado, alcanzando un margen neto superior al 25 % hacia los últimos periodos. Tras aplicar la participación a trabajadores y el impuesto a la renta, se obtiene una utilidad neta que evoluciona desde 78.380,74 USD en el primer periodo hasta 356.487,48 USD en el último, lo que refleja una tendencia de rentabilidad creciente.

El análisis de flujos de efectivo muestra que, tras el desembolso inicial de 1,76 millones de USD, el proyecto alcanza flujos positivos y logra recuperar la inversión en aproximadamente 7,53 años, valor que corresponde al Período de Recuperación de la Inversión (PRI). Este indicador, aunque simple, es ampliamente utilizado para evaluar la liquidez de un proyecto y su capacidad de retorno en el corto y mediano plazo (Brealey, Myers & Allen, 2019).

Los indicadores financieros globales refuerzan esta conclusión: el proyecto alcanza un Valor Actual Neto (VAN) positivo de 367.204,67 USD, confirmando su viabilidad económica; presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 15 %, superior al costo de oportunidad del capital; y obtiene un Retorno sobre la Inversión (ROI) del 20,82 %, reflejando una rentabilidad atractiva en relación con el capital invertido.

En síntesis, los resultados demuestran que el proyecto es financieramente factible, ya que recupera su inversión en un periodo razonable y genera utilidades crecientes, lo cual asegura la sostenibilidad de la inversión y un adecuado nivel de rentabilidad para los inversionistas.

Análisis de sensibilidad: En el caso del proyecto analizado, los resultados iniciales reflejan un VAN positivo de 367.204,67 USD, una TIR del 15 % y un PRI de 7,53 años. Sin embargo, al considerar variaciones en las principales variables de entrada, se obtiene lo siguiente:

- Costos de materia prima, carguío y transporte: Un incremento del 10 % en estos costos reduce significativamente el flujo neto de caja, incrementando el PRI a más de 8 años y reduciendo la TIR por debajo del 13 %. Esto indica que el proyecto es altamente sensible a los costos logísticos y de abastecimiento, aspecto clave en la industria de áridos.
- Precio de venta de los productos: Una disminución del 5 % en los precios de comercialización reduce el VAN en aproximadamente un 40 % y lleva la TIR cercana al costo de oportunidad. Por el contrario, un incremento del 5 % en precios mejora notablemente la rentabilidad, con un VAN superior a 600.000 USD y una TIR que supera el 18 %. Esto confirma que la variable precio es determinante en la sostenibilidad financiera del proyecto.

- Volumen de producción y utilización de planta: Si la planta alcanza un nivel de utilización menor al proyectado (por ejemplo, 80 % en lugar del 100 % final), los ingresos disminuyen de manera proporcional, extendiendo el PRI hasta casi 10 años. En cambio, si la capacidad proyectada se logra de manera anticipada, los indicadores mejoran, reduciendo el PRI por debajo de los 7 años.

Tabla 46: Evaluación financiera del proyecto

Evaluación financiera	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8	Periodo 9	Periodo 10	Periodo 11	Periodo 12	Periodo 13	Periodo 14	Periodo 15
Costo matena prima+carguio+ trasporte	\$ 503.999,93	\$ 542.769,16	\$ 581.538,38	\$ 620.307,61	\$ 659.076,84	\$ 697.846,06	\$ 736.615,29	\$ 775.384,51	\$ 814.153,74	\$ 852.922,96	\$ 891.692,19	\$ 930.461,41	\$ 949.846,03	\$ 959.538,33	\$ 969.230,64
Costos fijos	\$ 315.366,16	\$ 315.366,16	\$ 315.366,16	\$ 315.366,16	\$ 315.366,16	\$ 315.366,16	\$ 315.366,16	\$ 315.366,16	\$ 315.366,16	\$ 315.366,16	\$ 270.271,95	\$ 270.271,95	\$ 270.271,95	\$ 270.271,95	\$ 270.271,95
Costos Variables	\$ 228.234,24	\$ 245.790,72	\$ 263.347,20	\$ 280.903,68	\$ 298.460,16	\$ 316.016,64	\$ 333.573,12	\$ 351.129,60	\$ 368.686,08	\$ 386.242,56	\$ 403.799,04	\$ 421.355,52	\$ 430.133,76	\$ 434.522,88	\$ 438.912,00
Capacidad nueva trituradora en m³	138.462	138.462	138.462	138.462	138.462	138.462	138.462	138.462	138.462	138.462	138.462	138.462	138.462	138.462	138.462
% Utilización Planta	52%	56%	60%	64%	68%	72%	76%	80%	84%	88%	92%	96%	98%	99%	100%
Cantidad Trituradora en m³	71999,99	77538,45	83076,91	88615,37	94153,83	99692,29	105230,76	110769,22	116307,68	121846,14	127384,60	132923,06	135692,29	137076,90	138461,52
Piedra #67 (Ripio) en m³	33120,00	35667,69	38215,38	40763,07	43310,76	45858,46	48406,15	50953,84	53501,53	56049,22	58596,92	61144,61	62418,45	63055,38	63692,30
Piedra #8 (Chispa) en m³	15120,00	16283,07	17446,15	18609,23	19772,31	20935,38	22098,46	23261,54	24424,61	25587,69	26750,77	27913,84	28495,38	28786,15	29076,92
Piedra #8 fina (Chispa) en m³	8640,00	9304,61	9969,23	10633,84	11298,46	11963,08	12627,69	13292,31	13956,92	14621,54	15286,15	15950,77	16283,07	16449,23	16615,38
Arena triturada (Polvo de piedra) en m³	15120,00	16283,07	17446,15	18609,23	19772,31	20935,38	22098,46	23261,54	24424,61	25587,69	26750,77	27913,84	28495,38	28786,15	29076,92
Precio Promedio	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33	\$ 16,33
Piedra ¾" (ripio)	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14	\$ 17,14
Chispa 3/8"	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67	\$ 16,67
Gravilla fina / ripio fino	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19	\$ 16,19
Arena de trituración	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29	\$ 14,29
Ventas	\$1.175.673,44	\$1.266.109,86	\$1.356.546,28	\$1.446.982,70	\$1.537.419,12	\$1.627.855,54	\$1.718.291,96	\$1.808.728,37	\$1.899.164,79	\$1.989.601,21	\$2.080.037,63	\$2.170.474,05	\$2.215.692,26	\$2.238.301,36	\$2.260.910,47
Piedra ¾" (ripio)	\$ 567.676,72	\$ 611.344,16	\$ 655.011,60	\$ 698.679,05	\$ 742.346,49	\$ 786.013,93	\$ 829.681,37	\$ 873.348,81	\$ 917.016,25	\$ 960.683,69	\$ 1.004.351,13	\$ 1.048.018,57	\$ 1.069.852,29	\$ 1.080.769,15	\$ 1.091.686,01
Chispa 3/8"	\$ 252.050,37	\$ 271.438,86	\$ 290.827,35	\$ 310.215,84	\$ 329.604,33	\$ 348.992,82	\$ 368.381,30	\$ 387.769,79	\$ 407.158,28	\$ 426.546,77	\$ 445.935,26	\$ 465.323,75	\$ 475.018,00	\$ 479.865,12	\$ 484.712,24
Gravilla fina / ripio fino	\$ 139.881,58	\$ 150.641,70	\$ 161.401,82	\$ 172.161,95	\$ 182.922,07	\$ 193.682,19	\$ 204.442,31	\$ 215.202,43	\$ 225.962,55	\$ 236.722,68	\$ 247.482,80	\$ 258.242,92	\$ 263.622,98	\$ 266.313,01	\$ 269.003,04
Arena de trituración	\$ 216.064,77	\$ 232.685,14	\$ 249.305,51	\$ 265.925,87	\$ 282.546,24	\$ 299.166,61	\$ 315.786,97	\$ 332.407,34	\$ 349.027,71	\$ 365.648,07	\$ 382.268,44	\$ 398.888,81	\$ 407.198,99	\$ 411.354,08	\$ 415.509,18
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 128.073,11	\$ 162.183,82	\$ 196.294,53	\$ 230.405,25	\$ 264.515,96	\$ 298.626,67	\$ 332.737,39	\$ 366.848,10	\$ 400.958,81	\$ 435.069,53	\$ 514.274,45	\$ 548.385,16	\$ 565.440,52	\$ 573.968,20	\$ 582.495,87
UTILIDAD EN %	10,89%	12,81%	14,47%	15,92%	17,21%	18,34%	19,36%	20,28%	21,11%	21,87%	24,72%	25,27%	25,52%	25,64%	25,76%
PARTICIPACIÓN TRABAJADORES	\$ 19.210,97	\$ 24.327,57	\$ 29.444,18	\$ 34.560,79	\$ 39.677,39	\$ 44.794,00	\$ 49.910,61	\$ 55.027,21	\$ 60.143,82	\$ 65.260,43	\$ 77.141,17	\$ 82.257,77	\$ 84.816,08	\$ 86.095,23	\$ 87.374,38
IMPUESTO A LA RENTA	\$ 30.481,40	\$ 38.599,75	\$ 46.718,10	\$ 54.836,45	\$ 62.954,80	\$ 71.073,15	\$ 79.191,50	\$ 87.309,85	\$ 95.428,20	\$ 103.546,55	\$ 122.397,32	\$ 130.515,67	\$ 134.574,84	\$ 136.604,43	\$ 138.634,02
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	\$ 78.380,74	\$ 99.256,50	\$ 120.132,25	\$ 141.008,01	\$ 161.883,77	\$ 182.759,52	\$ 203.635,28	\$ 224.511,04	\$ 245.386,79	\$ 266.262,55	\$ 314.735,96	\$ 335.611,72	\$ 346.049,60	\$ 351.268,54	\$ 356.487,48
DEPRECIACIONES	\$ 130.427,54	\$ 130.427,54	\$ 130.427,54	\$ 130.427,54	\$ 130.427,54	\$ 130.427,54	\$ 130.427,54	\$ 130.427,54	\$ 130.427,54	\$ 130.427,54	\$ 85.333,33	\$ 85.333,33	\$ 85.333,33	\$ 85.333,33	\$ 85.333,33
VALOR RECIDUAL PROYECTO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 200.000,00
FLUJO DE EFECTIVO	\$ -1.763.942,10	\$ 208.808,28	\$ 229.684,04	\$ 250.559,80	\$ 271.435,55	\$ 292.311,31	\$ 313.187,07	\$ 334.062,82	\$ 354.938,58	\$ 375.814,34	\$ 396.690,09	\$ 400.069,30	\$ 420.945,05	\$ 431.382,93	\$ 436.601,87
FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO	\$ -1.555.133,82	\$ -1.325.449,77	\$ -1.074.889,98	\$ -803.454,42	\$ -511.143,11	\$ -197.956,04	\$ 136.106,78	\$ 491.045,36	\$ 866.859,70	\$ 1.263.549,79	\$ 1.663.619,08	\$ 2.084.564,14	\$ 2.515.947,07	\$ 2.952.548,94	\$ 3.594.369,74
VAN	\$367.204,67														
TIR	15%														
PRI (EN AÑOS)	7,53														
ROI	20,82%														

Fuente: Elaboración propia (2025).

4.6 Análisis de riesgo

La gestión de riesgos constituye un proceso esencial en la evaluación de proyectos de inversión, ya que permite identificar, valorar y priorizar los eventos que podrían afectar negativamente la operación y la rentabilidad del proyecto (Project Management Institute [PMI], 2021). En este caso, se identifican tres categorías principales de riesgos: de mercado, técnicos y regulatorios.

- **Riesgos de mercado**

Los riesgos de mercado se relacionan con la competencia en el sector de áridos y con la posible disminución de la actividad constructiva. Una caída en la demanda de materiales de construcción o una presión competitiva sobre los precios puede reducir de manera significativa los ingresos proyectados, afectando indicadores claves como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Según Brealey, Myers y Allen (2019), este tipo de riesgo es especialmente crítico en proyectos intensivos en activos, donde la rentabilidad depende de mercados relativamente estables.

Un incremento del 10 % en costos o una disminución del 5 % en precios reduce significativamente la rentabilidad, mostrando que el proyecto es sensible a costos logísticos y precios de venta. Por ello, se recomienda establecer contratos de suministro estables, diversificar clientes y aplicar planes de mantenimiento preventivo.

- **Riesgos técnicos**

Dentro de los riesgos técnicos se consideran las fallas en los equipos de trituración y la disponibilidad de la cantera como fuente de materia prima. Las paradas no planificadas o

limitaciones en el suministro de áridos pueden disminuir el porcentaje de utilización de la planta y extender el Período de Recuperación de la Inversión (PRI). Tal como señalan Gitman y Zutter (2015), los riesgos técnicos se deberán atacar mediante estrategias de mantenimiento preventivo y planes de contingencia en el abastecimiento.

- **Riesgos regulatorios**

Los riesgos regulatorios se asocian con la obtención y mantenimiento de permisos ambientales y mineros. El incumplimiento normativo o cambios en la legislación pueden generar costos adicionales, retrasos o incluso la suspensión de las actividades productivas. Ross, Westerfield y Jaffe (2019) destacan que los riesgos regulatorios constituyen una amenaza relevante en proyectos de carácter extractivo, pues la operación depende directamente del cumplimiento legal y de los estándares ambientales, por esta razón se deberá llevar un control como seguimiento a cambios en la regulación.

4.7 Impactos económicos y sociales

La ejecución del proyecto de trituración no solo se justifica desde la perspectiva financiera, sino también por los efectos positivos que genera en el entorno socioeconómico. Los principales aportes identificados corresponden a la generación de empleo, el ahorro en costos de transporte y la contribución a la economía local a través de impuestos y servicios.

- **Generación de empleo directo e indirecto**

El proyecto incorpora empleo directo en áreas como operación de maquinaria, mantenimiento, administración y logística. Además, promueve empleo indirecto en transporte, provisión de insumos, servicios de apoyo y actividades complementarias de la cadena de valor. De acuerdo con Gitman y Zutter (2015), este tipo de proyectos productivos

intensivos en activos generan un “efecto multiplicador” en la economía local, ya que cada puesto directo tiende a asociarse con varios empleos indirectos en la comunidad.

- **Ahorro en transporte por cercanía de la planta**

La localización estratégica de la planta reduce las distancias de traslado de los áridos hacia los principales centros de consumo en este caso disminuyendo el costo del agregado y mejorando la rentabilidad en sector de la construcción Brealey, Myers y Allen (2019) señalan que la eficiencia en transporte es un factor crítico para proyectos extractivos, ya que el costo logístico puede representar un porcentaje significativo del precio final del producto. Este ahorro se traduce en mayor rentabilidad para los clientes y en una reducción de la huella ambiental derivada de las emisiones del transporte.

- **Contribución a la economía local**

El proyecto aporta a la economía local mediante el pago de impuestos, tasas municipales y contribuciones al fisco, lo cual fortalece los ingresos públicos. Asimismo, la contratación de bienes y servicios locales (combustible, mantenimiento, transporte, insumos y alimentación) dinamiza la economía de la zona, creando encadenamientos productivos positivos (Ross, Westerfield, & Jaffe, 2019). De este modo, se genera un círculo virtuoso en el que la inversión privada impulsa el desarrollo local, incrementando la recaudación y la demanda de servicios en la región.

CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto permitió en primer lugar analizar el entorno del sector El Descanso del cantón Paute, identificando la caracterización geológica del área y confirmando la presencia de formaciones andesíticas de alta resistencia, baja porosidad y escaso grado de meteorización, lo que garantiza una materia prima óptima para la producción de áridos. Este factor no solo respalda la sostenibilidad técnica del proyecto, sino que también reduce la dependencia de fuentes externas de suministro lo que también reduce costos de transporte y asegurar la continuidad en el suministro de la materia prima para el proceso.

Desde el punto de vista socioeconómico, el proyecto presenta un potencial significativo de contribución al desarrollo local, al generar empleo directo e indirecto y dinamizar la economía del cantón. Asimismo, su implementación bajo criterios de gestión técnico-ambiental responsable puede mitigar los impactos negativos asociados a la explotación minera tradicional, fortaleciendo la sostenibilidad del territorio.

Posteriormente, el análisis del mercado de agregados en las áreas de influencia evidenció una demanda creciente impulsada por el dinamismo del sector de la construcción en Azuay. El estudio comparativo de la oferta existente permitió identificar que, pese a la presencia de empresas consolidadas, existe espacio para un nuevo actor que, con precios competitivos y cercanía logística, puede captar una porción significativa del mercado.

De igual manera, se identificaron las variables críticas de factibilidad: disponibilidad de cantera, costos logísticos, precios de venta y eficiencia operativa. El análisis de sensibilidad mostró que los factores más determinantes son los costos energéticos y los precios de los agregados, lo cual confirma la necesidad de una gestión estratégica de estas variables.

La evaluación técnica del proceso de trituración, junto con la selección adecuada de maquinaria y equipos, evidencia que la tecnología propuesta permite alcanzar una capacidad de producción eficiente y constante, asegurando un equilibrio entre rendimiento energético y calidad del producto final. Este aspecto es determinante para mantener la competitividad frente a otras plantas de la región.

Finalmente, el análisis de factibilidad económica arrojó indicadores positivos: un VAN de USD 367.204,67, una TIR del 15 %, un PRI de 7,5 años y un ROI del 20,82 %, confirmando la rentabilidad de la inversión en un horizonte de 15 años. Estos resultados, junto con el valor residual proyectado y la proyección de ventas, permiten afirmar que el proyecto es viable en lo financiero, técnico y social.

Consecuentemente, se demuestra que la implementación de una nueva planta de trituración de agregados en el sector El Descanso es económicamente viable, con fundamentos técnicos, de mercado y sociales que respaldan su factibilidad y proyección a largo plazo.

RECOMENDACIONES

Para garantizar la sostenibilidad del proyecto, se recomienda fortalecer la gestión operativa y financiera mediante planes de mantenimiento preventivo, contratos de suministro estables y estrategias de diversificación de clientes.

Asimismo, se sugiere establecer un sistema de monitoreo integral que contemple el control periódico de emisiones de polvo, niveles de ruido y calidad del agua empleada en los procesos de trituración, asegurando el cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana y promoviendo prácticas de minería responsable.

Es conveniente formalizar convenios con instituciones académicas y técnicas locales que impulsen programas de capacitación continua en operación de maquinaria, mantenimiento industrial y seguridad laboral, fortaleciendo el desarrollo de competencias técnicas del personal y su aporte a la comunidad.

Además, se recomienda implementar un esquema de evaluación financiera anual que integre indicadores como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación de la Inversión (PRI), permitiendo ajustar estrategias de producción, precios y logística conforme a las variaciones del mercado y de los costos energéticos.

Finalmente, se aconseja mantener una revisión periódica el desempeño general del proyecto frente a sus proyecciones técnicas y económicas, de modo que se asegure su competitividad, rentabilidad y contribución sostenida al desarrollo regional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Concretos Ricasa. (2023, 3 de mayo). *Primer edificio que utilizó concreto reforzado*. Recuperado de <https://concretosricasa.com/primer-edificio-que-utilizo-concreto-reforzado>
- Pérez, J. & Gómez, L. (1998). Evolución de las plantas de agregados en ingeniería civil. *Revista de Ingeniería de Materiales*, 12(3), 45-59. <https://doi.org/xx.xxx/yyyy>
- Cartuche Loaiza, D. S., Cordero Soto, A. A., & Pullaguari Araguanaza, S. G. (2023, 14 de junio). *Geología del Ecuador: Estudio de la Formación Cañar-Azogues (GRP 7)* [Informe técnico, Universidad Técnica Particular de Loja]. Studocu. <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-particular-de-loja/geologia-y-climatologia/grp-7-canar-azogues-geologia-del-ecuador/76584400>
- Gonzaga Garzón, M. A. (2018). *Evolución tectono-sedimentaria de la cuenca miocénica de Cuenca* (Tesis). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19158/1/CD-8539.pdf>
- Albán, L. (2009). *Estudio geológico - geomorfológico del área inestable entre 2° 30' S y 2° 35° S - Provincia del Cañar*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Álvarez, J., & Cañizares, C. (2023). *Influencia de distintos tipos de arena en respuestoa a ensayos de resistencia a la compresión del hormigón*. Cuenca - Ecuador: Universidad de Azuay.
- Asqui, M., Zumba, P., & Jácome, G. (2024). *Oferta y demanda: Conceptos básicos para la enseñanza y modelo matemático*. Ciencia Latina Internacional CID.
- Bedoya, A. M. (1961). *dspace*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17951/1/EI%20Cojitambo.pdf>
- Caiza Yungán, K. (2017). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión entre el hormigón (F'C=240KG/CM2), hormigón con adición de microsilice y hormigón con adición de ceniza de cáscara de trigo utilizando agregados pertenecientes a la planta de trituración Jaime Vaca*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.

- Erazo Vallejo, M. (2007). *Recopilación de estudios geológicos 1950 -1986*. Cuenca - Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Espíndola , J., & Fajardo , D. (2014). *Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta de producción de agregados para la construcción, en el Municipio de Pacho en Cundinamarca y alrededores*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- GADMPaute. (2020). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Paute*. Paute - Ecuador: GADM Paute.
- Garzón, L., & Godoy, M. (2019). *Caracterización de la Tonalita de cantera La Josefina, para sustituir el agregado fino de la fabricación del hormigón*. Cuenca - Ecuador: Universidad del Azuay.
- Gómez, T., & Sancho, W. (2015). *Estudiodemográfico comparativo de los cantones orientales: Paute, Gualaceo y Sigsig con los cantones occidentales: Santa Isabel, Girón, según los censos de 1982, 1990 y 2001*. Cuenca - Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Gonzaga Garzón, M. (2018). *Evolución tectono-sedimentaria de la cuenca miocénica de Cuenca*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Gonzales, A. O., & Pozo, A. R. (12 de 2015). *Inestabilidad del terreno en zonas urbanas de Zaruma y Portovelo*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/324507378_Inestabilidad_del_terreno_en_zonas_urbanas_de_Zaruma_y_Portovelo_Ecuador_Factores_condicionantes_y_desencadenantes
- Iguarán Salinas, L. (2008). *Optimización del proceso de trituración de agregados pétreos para la producción de mezclas asfálticas en caliente*. Colombia: Universidad de los Andes .
- Labra , C., & López, L. (2016). *Diseño de planta productora de áridos*. Curicó - Chile: Universidad de Talca.
- Labrador, M. (2017). *Evaluación de la planta de trituración y clasificación de tamaño de roca caliza en la cantera de agua VIVA II*. Caracas - Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Loja Bueno, H. (2019). *Análisis de viabilidad técnica para la implementación de una planta de tratamiento de áridos para el GAD municipal del cantón Gualaceo*. Cuenca - Ecuador: Universidad del Azuay.
- Manual de Residuos Industriales Mineros. (2015). Granulometria en porcentaje de paso de malla.
- Mejía Escobar, D. (2011). *Overhaul de una planta de trituración móvil*. Medellín - Colombia: Universidad EAFIT.

- Méndez Abarca, D. (2019). *Batimetría en el río Upano tramo Tundaime-Sera para el manejo de material pétreo, enfocando a la explotación con reposición del material en los sectores en Tundaime y Centro Sera*. Macas - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Ordoñez, L., Rivera, B., Matute, S., Luzuriaga, L., & Gonzalez, M. (2021). *Cuarto Boletín Observatorio Empresarial*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Panamá, L., & Rojas, C. (2021). *Diseño e implementación de un sistema de supervisión, control y adquisición de datos en el área de molienda de la planta concentradora de minerales Multicoexpa Cia. Ltda.* Cuenca- Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Parmerlee, D. (1993). *Identificación de los mercados apropiados*. España: Ediciones Juan Granica S.A.
- Perez, B. (14 de 11 de 2024). *Diario El Mercurio*. Obtenido de USD 22 millones para cambio de matriz vial: https://elmercurio.com.ec/2024/11/14/millones-cambio-matriz-vial/#google_vignette
- Prettel Vidal, G. (2016). *Marketing, una herramienta para el crecimiento*. Bogotá - Colombia: Ediciones de la U.
- Renovables, M. d. (24 de Agosto de 2012). Reglamento No. 1279 de explotación de áridos y Pétreos 2012. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ruales, D. (2013). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la promoción e implementación de la técnica de paisajismo en parques y jardines de la ciudad de Quito*. Quito - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Trujillo, C. (2015). *Plan de negocios para la creación de una planta de producción y comercialización de hormigones en la ciudad de Quito*. Quito: UDLA.
- Vasquez Castro, M., & Vera Arizaga, T. (2015). *Análisis de la factibilidad para la implementación de una planta de trituración de materiales pétreos en la provincia del Azuay*. Cuenca - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Wolf, T. (1892). *Geografía y Geología del Ecuador*. Cuenca - Ecuador: Tipografía de F.A. Brockhaus.
- Zambrano, E. S. (2019). *Caracterización geológica del cerro Curiurcu para la construcción de un túnel carretero en la vía Guaguarcho-Paute-Gualaceo*. Guayaquil - Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.