



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA EN MINAS**

**“Análisis de viabilidad técnica para la implementación de una  
planta de tratamiento de áridos para el GAD municipal del  
cantón Gualaceo”**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO EN MINAS**

**Autor:**

**HENRY MARCELO LOJA BUENO**

**Director:**

**FERNANDO TULIO VALENCIA GUARICELA**

**CUENCA, ECUADOR**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Carlos Loja y Blanca Bueno que me enseñaron a nunca rendirme hasta alcanzar mis sueños sin importar los obstáculos que se presenten en nuestras vidas, a pesar de la distancia siempre me apoyaron incondicionalmente y me facilitaron todos los recursos que me permiten hoy acabar mis estudios universitarios no solo cumpliendo mi sueño sino también el de ellos.

A mis abuelitos, Rosa Pacheco y Ángel Loja que me cuidaron desde mi niñez y me corrigieron con mano dura enseñándome el camino correcto y jamás me dejaron solo, siempre me apoyaron y confiaron en mí, gracias a ellos que me inculcaron buenos valores y me enseñaron el verdadero significado de las palabras “el estudio es la mejor herencia que pueden dejar nuestros padres”.

A mis sobrinos quiero demostrarles que con esfuerzo y perseverancia se puede alcanzar nuestros objetivos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por cuidar de mí y de mi familia y por todas sus bendiciones.

A mis padres Carlos Loja y Blanca Bueno que confiaron en mí y me ayudaron en mi formación universitaria, siempre les estaré eternamente agradecido.

A la Universidad del Azuay que me abrió sus puertas y en especial a la escuela de Ingeniería de Minas, donde me permitieron terminar mis estudios.

Al Ing. Fernando Valencia por el apoyo incondicional que demostró para el desarrollo de la presente tesis.

A todos los docentes de la escuela de Ingeniería de Minas por ser excelentes personas y profesionales, en especial a los ingenieros: Patricio Feijoo, Federico Auquilla y Leonardo Núñez.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Gualaceo por darme la oportunidad de desarrollar mi tesis, en especial a los departamentos de Gestión ambiental y Obras públicas a los ingenieros: Edwin Cabrera y Gloria Aguilar.

A María Cajamarca que se preocupó por mí en cada momento, por sus consejos y por ser una persona incondicional en mi vida.

A mis tíos Ana Bueno y Eugenio Once que siempre me acogieron como un hijo más y por el apoyo invaluable durante mi vida universitaria.

A mis hermanos que siempre me dieron ánimos de continuar con mi sueño, primos, amistades y resto de mi familia que de una u otra manera siempre me apoyaron a seguir adelante.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
1.1 Viabilidad.....	3
1.1.1 Estructura de un Estudio de Viabilidad .....	3
1.2 Análisis de mercado .....	4
1.2.1 Estructura.....	4
1.2.2 Análisis de la demanda .....	5
1.2.3 Análisis de la oferta .....	5
1.2.4 Análisis de los precios .....	5
1.2.5 Análisis de comercialización del producto.....	5
1.3 Análisis Técnico Operativo .....	5
1.3.1 Objetivos del estudio de viabilidad técnica .....	5
1.4 Análisis Económico Financiero .....	8
1.4.2 Determinación de costos.....	9
1.4.3 Determinación de la inversión total inicial.....	10
1.4.4 Capital de trabajo.....	10

1.4.5 Depreciación y amortización .....	10
1.4.6 Flujo efectivo .....	10
1.4.7 Evaluación económica .....	10
1.5 Análisis socio-económico .....	12
1.6 Plantas de trituración .....	12
1.6.1 Planta de trituración de áridos fija .....	12
1.6.2 Planta de tratamiento de áridos móvil .....	19
1.7 Materias primas .....	20
1.7.1 Clasificación de los materiales de construcción .....	20
1.7.2 Propiedades de los materiales de construcción .....	22
1.8 Obtención de la materia prima .....	23
1.8.1 Material de cantera .....	23
1.8.2 Material de río .....	24
1.10 Producción mínima de una planta de áridos (PMP) .....	25
<b>CAPÍTULO II: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>27</b>
2.1 Antecedentes .....	27
2.2 Vías urbanas del cantón Gualaceo .....	28
2.3 Análisis de mercado .....	28
2.3.1 Demanda de material .....	28
2.3.2 Mantenimiento de vías y sectores .....	29
2.3.3 Ayuda comunitaria .....	34
2.3.4 Resumen de la demanda de áridos .....	34
2.3.5 Demanda potencial no satisfecha .....	35
2.3.6 Análisis de los precios .....	35
2.4 Productos esperados .....	36
2.5 Análisis técnico operativa .....	37
2.5.1 Localización del proyecto .....	37

2.5.2 Capacidad de la planta de trituración móvil .....	40
2.5.3 Proceso de producción.....	41
2.5.4 Organigrama funcional .....	42
2.5.5 Selección del equipo .....	43
2.5.6 Esquema del proyecto.....	45
2.5.7 Instalación de la planta .....	48
2.6 Suministro de materia prima .....	48
2.6.1 Proyecto 1 .....	48
2.6.2 Proyecto 2 .....	51
2.7 Seguridad y salud ocupacional .....	54
2.8 Señalética de seguridad .....	54
2.9 Marco legal.....	55
2.9.1 Licencia ambiental.....	56
2.9.2 Autorización de la SENAGUA.....	56
2.9.3 Autorización del uso del suelo.....	57
2.9.4 Autorización para instalación y operación de plantas .....	57
2.10 Análisis económico financiero .....	59
2.11 Evaluación económica.....	71
2.11.1 Evaluación económica de acuerdo al material demandado .....	71
2.11.2 Evaluación económica de acuerdo a la materia prima disponible.....	71
2.12 Análisis socio económico.....	72
<b>CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>73</b>
3.1 Primera alternativa (CONVENIO).....	73
3.2 Segunda alternativa (MANCOMUNIDAD) .....	75
3.3 Tercera alternativa (COMPRA DE MATERIALES).....	77
3.4 Cuarta alternativa (BUSCAR MATERIALES) .....	78
3.5 Selección de la mejor alternativa .....	80

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	85
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	88
<b>ANEXOS</b> .....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructura de un estudio de viabilidad.....	3
Figura 1.2 Estructura del Análisis del Mercado.....	4
Figura 1.3 Proceso Productivo de bienes y servicios.....	8
Figura 1.4 Estructura de un Análisis Económico Financiero. ....	9
Figura 1.5 Fórmulas del VAN y la TIR. ....	11
Figura 1.6 a) Trituradora de efecto simple.    b) Trituradora de efecto doble.....	13
Figura 1.7 Trituradora giratoria. ....	14
Figura 1.8 Trituradora de cono. ....	15
Figura 1.9 a) Trituradora de impactos de eje horizontal b) Trituradora de impactos de eje vertical.....	16
Figura 1.10 Proceso de separación y estratificación de la partícula en una criba.....	17
Figura 1.11 Planta móvil con chancadora de mandíbulas.....	19
Figura 1.12 Propiedades de los materiales de construcción. ....	22
Figura 1.13 Cantera.....	23
Figura 2.1 Municipio de Gualaceo.....	27
Figura 2.2 Vías urbanas en Gualaceo. ....	28
Figura 2.3 Mejoramiento de vías y sectores 2019. ....	30
Figura 2.4 Mejoramiento de vías y sectores 2018. ....	30
Figura 2.5 Mejoramiento de vías y sectores 2017. ....	31
Figura 2.6 Mejoramiento de vías y sectores 2016. ....	32
Figura 2.7 Mejoramiento de vías y sectores 2015. ....	32
Figura 2.8 Largo, ancho y espesor de las vías. ....	33
Figura 2.9 Total de material durante los 5 años en m <sup>3</sup> .....	33
Figura 2.10 Preparación de Base. ....	36
Figura 2.11 Preparación de Sub base.....	37
Figura 2.12 Preparación de Mejoramiento.....	37
Figura 2.13 Sector de Guazhalán cantón – Gualaceo. ....	38
Figura 2.14 Sector de Bullcay del Carmen cantón – Gualaceo. ....	39
Figura 2.15 Flujo de procesos.....	41
Figura 2.16 Organigrama Funcional. ....	42
Figura 2.17 Equipos de trituración. a) Trituradora de mandíbulas, b) Trituradora de cono. ...	45
Figura 2.18 Esquema del proyecto.....	46

Figura 2.19 Esquema del área de construcción.....	48
Figura 2.20 Estado de la cantera Libre Aprovechamiento “Chaquilcay” código 10000807, al 25 de abril de 2019.....	49
Figura 2.21 Río Santa Bárbara del cantón Gualaceo – 30 de abril de 2019. ....	51
Figura 2.22 Extracción de áridos desde el sector Patul Bajo, curva de Neira hasta el sector Nallig.....	52
Figura 2.23 Tramos de extracción de material A, B y C. ....	52
Figura 2.24 Isla No.1 ubicada en la zona especial. ....	54
Figura 2.25 Requisitos para obtener la Licencia Ambiental.....	56
Figura 2.26 Niveles de inflación mensual del 2018.....	62
Figura 3.1 Áreas que le compete al Departamento de Obras Públicas. ....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Movimiento de la partícula según la posición de la criba.....	18
Tabla 2.1 Datos generales del cantón Gualaceo. ....	27
Tabla 2.2 Mejoramiento de vías y sectores 2019.....	29
Tabla 2.3 Mejoramiento de vías y sectores 2018.....	30
Tabla 2.4 Mejoramiento de vías y sectores 2017.....	31
Tabla 2.5 Mejoramiento de vías y sectores 2016.....	31
Tabla 2.6 Mejoramiento de vías y sectores 2015.....	32
Tabla 2.7 Total de metros cúbicos utilizados en cada año en mantenimientos de vías. ....	33
Tabla 2.8 Material para ayuda comunitaria durante los 5 años .....	34
Tabla 2.9 Resumen de la demanda se áridos durante el periodo 2014-2019. ....	34
Tabla 2.10 Demanda se áridos de manera anual.....	35
Tabla 2.11 Precio de productos comercializados dentro de la planta. ....	36
Tabla 2.12 Método de análisis multicriterio para selección del sitio.....	40
Tabla 2.13 Especificaciones técnicas de la planta móvil de trituración. ....	44
Tabla 2.14 Estructura y terminados del area de construcción. ....	47
Tabla 2.15 Cuadro de coordenadas del área de Libre Aprovechamiento “Chaquilcay” código 10000807.....	50
Tabla 2.16 Cantidad de material de Libre Aprovechamiento “Chaquilcay”. ....	51
Tabla 2.17 Tramos de ubicación geográfica coordenadas UTM WGS84. ....	53
Tabla 2.18 Cantidad de material en m3 considerando 10% de desperdicio. ....	53
Tabla 2.19 Inversión. ....	60
Tabla 2.20 Capital de trabajo. ....	60
Tabla 2.21 Capital de trabajo - Accesorios de Oficina. ....	60
Tabla 2.22 Capital de trabajo - Señales de Seguridad. ....	61
Tabla 2.23 Implementos de Seguridad y salud ocupacional.....	61
Tabla 2.24 Ventas proyectadas para un año.....	62
Tabla 2.25 Salario mensual y anual del personal de la planta. ....	63
Tabla 2.26 Gastos por consumo mensual y anual de combustible y energía.....	64
Tabla 2.27 Depreciación de los activos mensual y anual. ....	65
Tabla 2.28 Gasto mensual y anual por mantenimiento de Excavadora. ....	66
Tabla 2.29 Gasto mensual y anual por mantenimiento de Cargadora. ....	67
Tabla 2.30 Gasto mensual y anual por mantenimiento de Volquete. ....	68

Tabla 2.31 Gasto mensual y anual por mantenimiento de la Planta de trituración móvil. ....	68
Tabla 2.32 Resumen de los gastos por mantenimiento y repuestos al mes y al año.....	69
Tabla 2.33 Flujo efectivo para un año. ....	70
Tabla 3.1 Análisis de costos del proyecto desazolve.....	74
Tabla 3.2 VAN y TIR conformando la mancomunidad. ....	76
Tabla 3.3 Cuadro comparativo de alternativas. ....	82

**ÍNDICE DE ANEXOS**

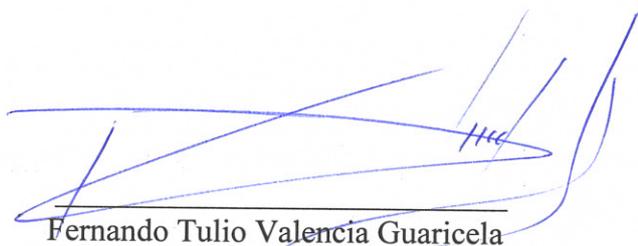
Anexo 1 Autorización para la realización de la tesis en el municipio del cantón Gualaceo. ..	91
Anexo 2 Tipo de malla y forma de abertura. ....	92
Anexo 3. Subasta de material.....	92
Anexo 4 Flujo efectivo en un año de acuerdo a la materia prima disponible.....	93
Anexo 5 Proyección de ventas en un año de acuerdo a la materia prima disponible. ....	93
Anexo 6 Datos tomados en cuenta para la mancomunidad. ....	93
Anexo 7 Proyección de ventas de la mancomunidad.....	95
Anexo 8 Flujo de efectivo de la mancomunidad. ....	95
Anexo 9 Estado de vías del cantón Gualaceo. ....	95
Anexo 10 Medición del ancho de las vías para obtener el promedio. ....	96
Anexo 11 Mapa geológico de Gualaceo. ....	96
Anexo 12 Maquinaria del municipio. ....	97

**ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS PARA EL GAD  
MUNICIPAL DEL CANTÓN GUALACEO**

**RESUMEN**

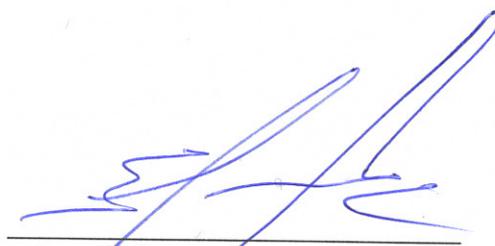
Este trabajo tuvo como finalidad realizar el análisis de viabilidad técnica para la implementación de una planta de tratamiento de áridos para el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Gualaceo; este proyecto se basó en la sistematización de información proporcionada por los Departamentos de Obras Públicas y Gestión Ambiental del Municipio que nos ayudó a determinar la demanda de material utilizado por parte de la Administración 2014-2019. Esta información permitió conocer como actualmente el Municipio se abastece de material pétreo para satisfacer diferentes necesidades de la población. Componente importante del análisis fue la valoración financiera del proyecto; posteriormente se realizó un análisis de alternativas, definiendo la más conveniente para los intereses de la Institución.

**Palabras Clave:** Tratamiento, áridos, viabilidad técnica, valoración financiera.



Fernando Tulio Valencia Guaricela

**Director del Trabajo de Titulación**



Leonardo Aníbal Núñez Rodas

**Coordinador de Escuela**



Henry Marcelo Loja Bueno

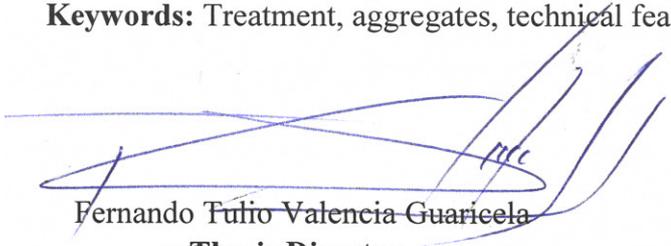
**Autor**

**ANALYSIS OF TECHNICAL FEASIBILITY FOR THE IMPLEMENTATION OF AN  
ARID TREATMENT PLANT FOR THE MUNICIPAL GAD OF THE CANTON  
GUALACEO**

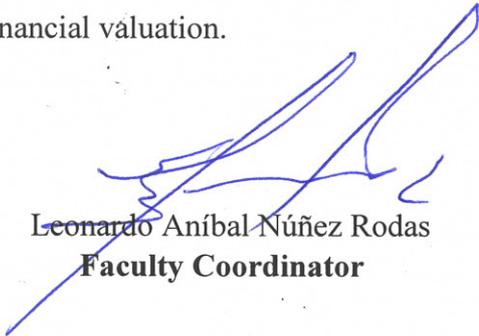
**ABSTRACT**

The purpose of this work was to carry out the technical feasibility analysis to implement an aggregate treatment plant for the Gobierno Autónomo Descentralizado of Gualaceo canton. This project was based on the systematization of information provided by the Public Works and Environmental Management departments of the Municipality. This helped to determine the demand of material from the 2014-2019 Administration. This information allowed to determine how the Municipality currently supplies stone material to meet different needs of the population. An important component of the analysis was the financial assessment of the project. Subsequently, an analysis of alternatives was carried out, defining the most convenient for the interests of the institution.

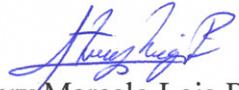
**Keywords:** Treatment, aggregates, technical feasibility, financial valuation.



Fernando Tulio Valencia Guaricela  
**Thesis Director**



Leonardo Aníbal Núñez Rodas  
**Faculty Coordinator**



Henry Marcelo Loja Bueno  
**Author**

Henry Marcelo Loja Bueno

Trabajo de Titulación

Ing. Fernando Tulio Valencia Guaricela

Diciembre, 2019.

**ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS PARA EL GAD  
MUNICIPAL DEL CANTÓN GUALACEO**

**INTRODUCCIÓN**

Los materiales de construcción son la materia prima para el desarrollo de la sociedad, a nivel mundial es posible ver un claro avance en países desarrollados y en vías de desarrollo por la demanda que tienen estos productos. Estos materiales constituyen un papel fundamental en la consistencia, economía y durabilidad en trabajos de obra civil esto se debe a las propiedades físicas que presentan estos materiales al mezclarse con otras sustancias, siendo idóneos no solo para la construcción sino para el mantenimiento del sistema vial de segundo y tercer orden, estos materiales pueden ser extraídos a través de canteras o de ríos y de acuerdo a los requerimientos estos pueden pasar por un proceso de trituración y clasificación a través de una planta de tratamiento de áridos.

Todas las plantas de tratamientos de áridos tienen características diferentes. Para establecer que equipos serán utilizados es necesario conocer la dimensión, la calidad, la cantidad, el tipo de material a procesar, el tamaño de entrada y salida del producto deseado al final del proceso, cada uno de estos equipos ofrece una tasa de reducción que va disminuyendo a medida que el material sea más duro de triturar. De acuerdo al volumen a producir existen dos tipos de plantas una de tipo estacionaria y otra de tipo móvil.

En el Ecuador existen leyes y normativas ambientales que imponen ciertos requisitos para la implementación de una planta de tratamiento de áridos fuera y dentro de concesiones mineras, la autorización para la explotación y aprovechamiento de los materiales de construcción son competencia de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, a su vez para proyectos que beneficie a los municipios estos serán regulados y controlados por el Ministerio Sectorial.

En la provincia del Azuay las canteras utilizan para la trituración primaria la chancadora de mandíbulas y para la trituración secundaria la trituradora de cono, sin la necesidad de realizar una trituración terciaria estas abastecen de material a la provincia entre las que podemos mencionar están:

Compañía Minera Pirincay, RU y Vipesa ubicadas en el cantón Paute. Somigu S.A. ubicada en el cantón Gualaceo. Rokaazul compañía Ltda., Compañía Trelles, Minera Graiman, Constructora Castro ubicadas en el sector El Descanso. Constructora Vintimilla ubicado en el sector de Sidcay.

El Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Gualaceo, con el propósito de mejorar las condiciones de transporte y vialidad y optimizar el nivel y calidad de vida de los habitantes del cantón Gualaceo considera que a través de la implementación de una planta de tratamiento de áridos pueda mejorar y mantener las vías y caminos de la zona urbana y rural.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Viabilidad

Viabilidad expresa que puede vivir, desarrollarse y que por sus circunstancias tiene probabilidades de poderse llevar a cabo. Se asemeja al concepto de posibilidad, pues lo posible indica lo que puede ser o suceder, o que puede realizarse. El concepto viabilidad es utilizado en la disciplina Evaluación de Proyectos para expresar contenidos distintos. En textos de autores con origen Económico y Administrativo se entiende la viabilidad como capacidad de un proyecto de lograr un buen desempeño financiero, es decir una tasa de rendimiento aceptable, es por ello que se lo utiliza como sinónimo de rentabilidad (Sobrero, 2009).

El concepto factibilidad, por el contrario, refiere a una etapa del avance de proceso de pre inversión en la que se analizan y evalúan distintas maneras de hacer el proyecto, de materializar la intervención y se exponen en forma ordenada y jerárquica cuales son las opciones principales que se analizaron para concretarlo. En resumen, la factibilidad de un proyecto revela las distintas maneras para que se pueda realizar (Sobrero, 2009).

##### 1.1.1 Estructura de un Estudio de Viabilidad

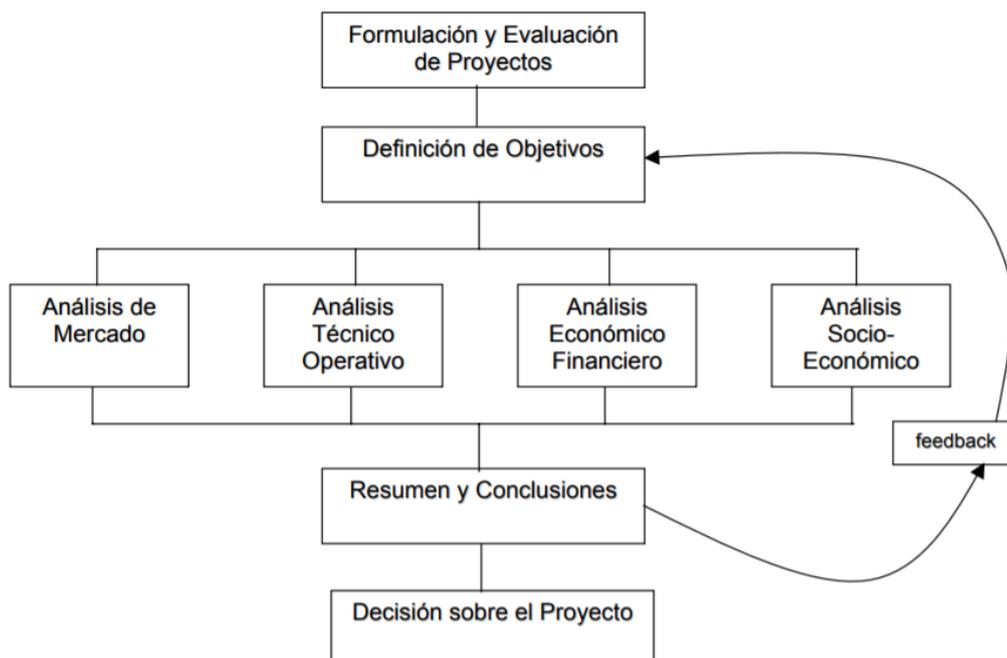


Figura 0.1 Estructura de un estudio de viabilidad.

Fuente: Sobrero, 2009.

## 1.2 Análisis de mercado

La convicción social de esta disciplina es trabajar en función de las tendencias de los clientes reales y potenciales disponibles. El estudio de mercado en temas de proyectos de viabilidad permite determinar la posibilidad de lanzamiento de un bien o servicio considerando la oferta y la demanda (Pilco & Ruiz, 2015).

Los objetivos de un estudio de mercado podemos definirlos en términos generales como:

- Ratificar la existencia de una necesidad insatisfecha en el mercado, o la posibilidad de brindar un mejor servicio que el que ofrecen los productos existentes en el mercado.
- Determinar la cantidad de bienes o servicios provenientes de una nueva unidad de producción que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a determinados precios.
- Conocer cuáles son los medios que se están empleando para hacer llegar los bienes y servicios a los usuarios.
- Como último objetivo, tal vez el más importante, pero por desgracia intangible, dar una idea al inversionista del riesgo que su producto corre de ser o no aceptado en el mercado (Universidad del País Vasco, s.f.).

### 1.2.1 Estructura

Cuatro son los aspectos principales a tener en cuenta en un estudio de mercado. La demanda, la oferta, el precio y la comercialización del producto que estamos considerando.

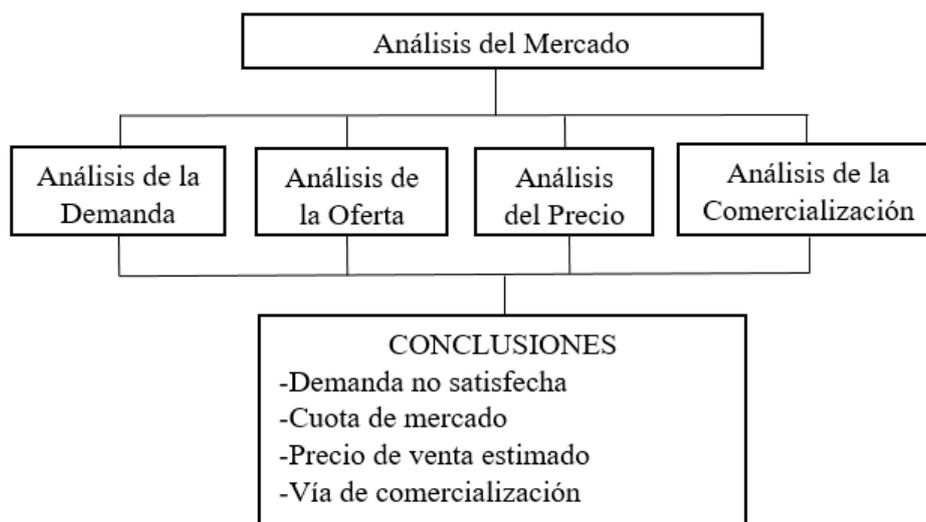


Figura 0.2 Estructura del Análisis del Mercado.

Fuente: Universidad del País Vasco, s.f.

### **1.2.2 Análisis de la demanda**

En términos de economía según (Astudillo, 2012). Para que una persona demande un bien o servicio es porque le resulta útil, en otras palabras, le sirve para satisfacer alguna necesidad que pueden ser muy variadas.

### **1.2.3 Análisis de la oferta**

El propósito que se persigue mediante el análisis de la oferta es determinar o medir las cantidades y condiciones en que una economía puede y quiere poner a disposición del mercado un bien o un servicio. La oferta, al igual que la demanda, es función de una serie de factores, como son los precios en el mercado del producto, los apoyos gubernamentales a la producción, etc. (Universidad del País Vasco, s.f.).

### **1.2.4 Análisis de los precios**

El propósito que se persigue mediante el análisis de los precios es determinar la cantidad monetaria a la que los productores están dispuestos a vender, y los consumidores a comprar, un bien o un servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio. Este supuesto es válido en un mercado de concurrencia perfecta, lo cual no siempre ocurre, por lo que el precio se verá modificado (Universidad del País Vasco, s.f.).

### **1.2.5 Análisis de comercialización del producto**

Es el aspecto de la mercadotecnia más vago y, por esa razón, el más descuidado. La comercialización es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o un servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar. (Universidad del País Vasco, s.f.).

## **1.3 Análisis Técnico Operativo**

### **1.3.1 Objetivos del estudio de viabilidad técnica**

- Verificación de la posibilidad técnica de fabricación del producto que se pretende.
- Análisis y determinación del tamaño óptimo, la localización óptima, las instalaciones y la organización que se requieren para realizar la producción (Universidad del País Vasco, s.f.).

El estudio técnico se realiza al dar respuesta a los siguientes aspectos, que a su vez son las partes que lo forman:

### **¿Dónde? Análisis y determinación de la localización óptima.**

La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) u a obtener el coste unitario mínimo (criterio social).

A la hora de analizar la localización los siguientes factores deben ser considerados:

- 1) Factores geográficos, relacionados con las condiciones naturales como el clima, los niveles de contaminación y desechos, las comunicaciones (carreteras), etc.
- 2) Factores institucionales, que son los relacionados con los planes y las estrategias de desarrollo y descentralización.
- 3) Factores sociales, los relacionados con la adaptación del proyecto al ambiente y la comunidad, se refiere al nivel general de los servicios sociales con que cuenta la comunidad, tales como escuelas (y su nivel), hospitales, centros recreativos, facilidades culturales y de capacitación de empleados, y otros.
- 4) Factores económicos, que se refieren a los costos de los suministros e insumos en esa localidad, tales como mano de obra, las materias primas, el agua, la energía eléctrica, los combustibles, la infraestructura disponible, los terrenos y la cercanía de los mercados y las materias primas (Universidad del País Vasco, s.f.).

Herramientas para la selección de la localización método cualitativo por puntos o el método cuantitativo de Vogel.

### **¿Cuanto? Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto.**

Determinación del tamaño óptimo de la planta. El tamaño de un proyecto es su capacidad instalada, y se expresa en unidades de producción por año. Ahora bien, se distinguen tres capacidades diferentes para las plantas:

- 1) Capacidad de diseño. Es la tasa de producción de artículos estandarizados en condiciones normales de operación.
- 2) Capacidad del sistema. Es la producción máxima de un artículo específico o una combinación de productos que el sistema de trabajadores y máquinas puede generar trabajando en forma integrada.

- 3) Producción real. Promedio que alcanza una entidad en un lapso de tiempo determinado, teniendo en cuenta todas las posibles contingencias que se presenten en la producción y venta del artículo (Universidad del País Vasco, s.f.).

**¿Con que? Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos.**

Análisis de la disponibilidad - modelo de máxima utilidad.

Se sustenta en el cálculo de las ventas y los costos asociados con distintas alternativas de tamaño, para optar por la que maximice la utilidad. No considera la inversión inicial, no supone reinversiones en el valor residual del proyecto. El peligro de este método reside en que considera la utilidad como una medida de la rentabilidad (Universidad del País Vasco, s.f.).

Costos de los suministros e insumos determinación de la masa crítica técnica.

Plantea que para medir la capacidad de competir debe calcularse el costo de producción en distintos niveles de capacidad. Para ello propone definir los componentes más relevantes del costo, tales como materias primas, mano de obra, mantenimiento e insumos. El costo de producción obtenido debe compararse con la capacidad de producción y el monto de la inversión inicial. A esta se le denomina masa crítica técnica, la cual debe ser calculada, pero tiene el defecto de no contar con los gastos administrativos (Universidad del País Vasco, s.f.).

**¿Cómo? Identificación y descripción del proceso. Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.**

Identificación y descripción del proceso.

El proceso de producción es el procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener bienes y servicios a partir de insumos.

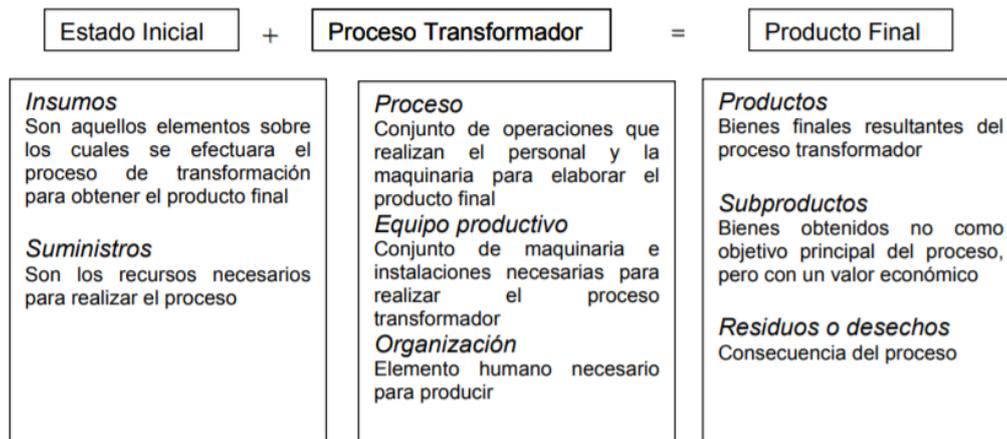


Figura 0.3 Proceso Productivo de bienes y servicios.

Fuente: Universidad del País Vasco, s.f.

Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.

Las etapas iniciales de un proyecto comprenden actividades tales como; constitución legal, trámites gubernamentales, compra de terreno, construcción del edificio, compra de maquinaria, contratación de personal, selección de proveedores, contratos escritos con clientes, pruebas de arranque, etc. (Universidad del País Vasco, s.f.).

#### 1.4 Análisis Económico Financiero

El estudio económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de operación de la planta, así como otra serie de indicadores que servirán de base para la parte final y definitiva, la evaluación económica (Universidad del País Vasco, s.f.).

Estructura:

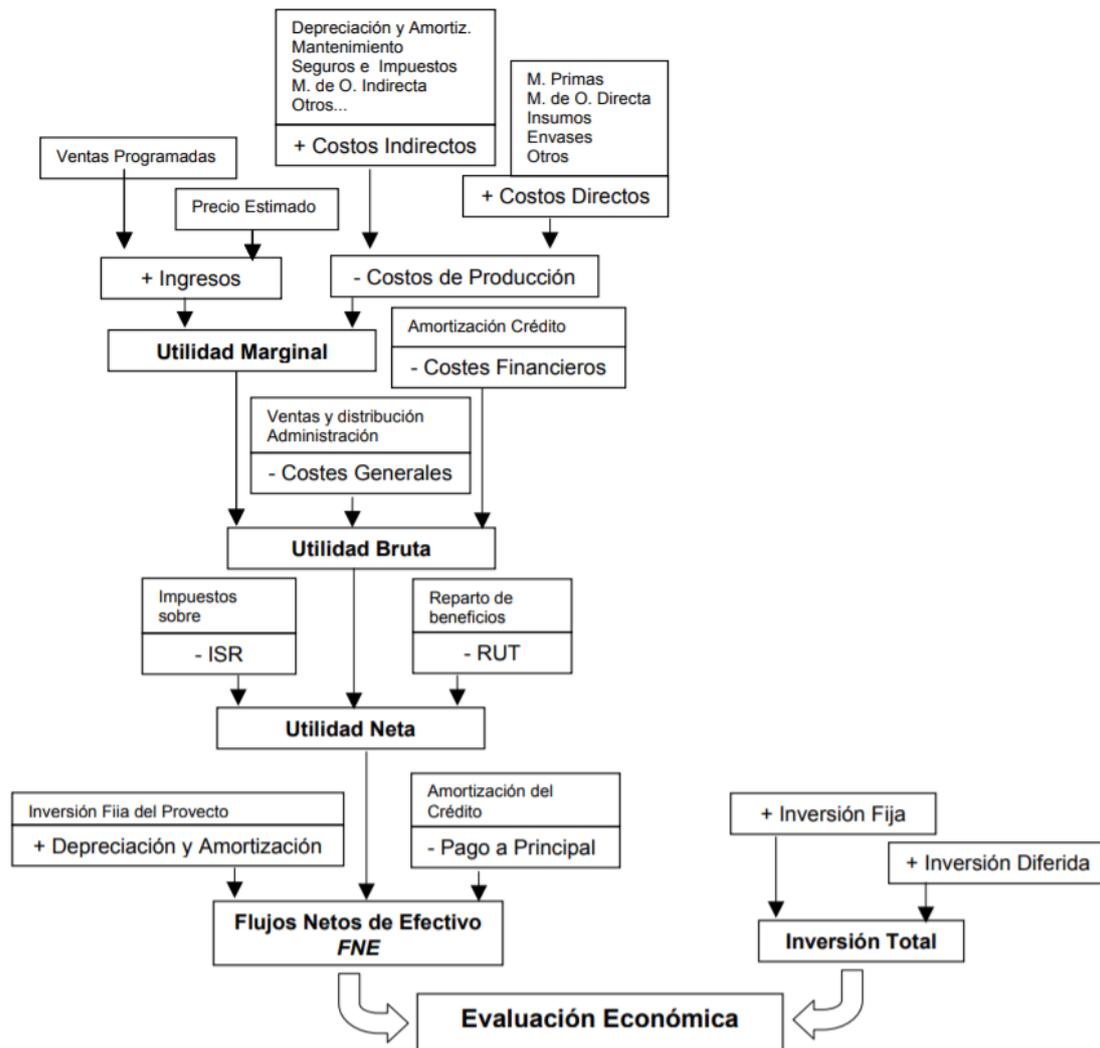


Figura 0.4 Estructura de un Análisis Económico Financiero.

Fuente: Universidad del País Vasco, s.f.

### 1.4.2 Determinación de costos

Son costos de producción todos aquellos que se encuentran directamente relacionados con la obtención del producto. Podemos subdividirlos en costos directos de producción y costos indirectos de producción. Son costos directos de producción los derivados de los elementos que permiten obtener el producto o forman parte de él, materias primas, mano de obra directa, insumos, envases, etc. Son costos indirectos de producción aquellos sin los cuales la producción separaría, seguros, mano de obra indirecta, amortización y depreciación, mantenimiento, etc. (Universidad del País Vasco, s.f.).

### **1.4.3 Determinación de la inversión total inicial**

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo (Universidad del País Vasco, s.f.).

### **1.4.4 Capital de trabajo**

Desde el punto de vista contable, este capital se define como la diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante. Desde el punto de vista práctico, está representado por el capital adicional (distinto de la inversión en activo fijo y diferido) con que hay que contar para que empiece a funcionar la empresa (Universidad del País Vasco, s.f.).

### **1.4.5 Depreciación y amortización**

El término "depreciación" tiene exactamente la misma connotación que "amortización", pero el primero sólo se aplica al activo fijo, en el tiempo estos bienes valen menos; en cambio, la amortización sólo se aplica a los activos intangibles, ya que con el tiempo estos no bajan de precio, por lo que el término amortización significa el cargo anual que se hace para recuperar esa inversión (Universidad del País Vasco, s.f.).

### **1.4.6 Flujo efectivo**

El flujo de efectivo es un concepto que recoge la variación en el activo líquido de una empresa o persona a lo largo de un periodo determinado. Dicho de otra manera, sirve para definir el cambio que se produce el dinero a lo largo de un periodo. Lo que se valora en el flujo de efectivo es el balance entre entradas de efectivo(ingresos) y salidas de efectivo (gastos) (Dinero y Trabajo, 2019).

### **1.4.7 Evaluación económica**

La Evaluación Económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto. Si no han existido contratiempos, se sabrá hasta este punto que existe un mercado potencial atractivo; se habrán determinado un lugar óptimo para la localización del proyecto y el tamaño más adecuado para este último, de acuerdo con las restricciones del medio; se conocerá y dominará el proceso de producción, así como todos los costos en que se incurrirá en la etapa productiva, además de que se habrá calculado la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto. Sin embargo, a pesar de conocer incluso los flujos probables del proyecto

durante los cinco primeros años de operación, aún no se habrá demostrado que la inversión propuesta será económicamente rentable (Universidad del País Vasco, s.f.).

Métodos de evaluación que toman en cuenta el tiempo.

Existen modelos financieros para medir la rentabilidad de un proyecto de inversión como lo es el VAN y la TIR éstos determinan la rentabilidad de una inversión en unidades monetarias y porcentaje. (Dinero y Trabajo, 2019).

$$VAN = -I_0 + \frac{FN1}{(1+i)^1} + \frac{FN2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNn}{(1+i)^n}$$

Donde:  
 VAN= Valor Actual Neto  
 $I_0$ = Inversión inicial  
 FNn= Flujo neto  
 $i$ = Tasa de interés  
 $n$ = Vida útil del proyecto

$$0 = -I_0 + \frac{FN1}{(1+TIR)^1} + \frac{FN2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{FNn}{(1+TIR)^n}$$

Donde:  
 TIR= Tasa Interna de Retorno  
 $I_0$ = Inversión inicial  
 FNn= Flujo neto  
 $n$ = Vida útil del proyecto

Figura 0.5 Fórmulas del VAN y la TIR.

Fuente: Dinero y Trabajo, 2019.

Criterios del VAN y la TIR para la toma de decisiones en el análisis de evaluación económica:

Si el VAN es  $> 0$  se acepta el proyecto (Realizarlo).

Si el VAN es  $< 0$  se rechaza el proyecto (Archivarlo).

Si el VAN es  $= 0$  Proyecto Indiferente.

Si la TIR es  $>$  a la tasa de descuento se acepta el proyecto.

Si la TIR es  $<$  a la tasa de descuento se rechaza el proyecto.

Si la TIR es  $=$  a la tasa de descuento se realizan otros criterios.

## **1.5 Análisis socio-económico**

Este tipo de análisis busca generar un bienestar a la sociedad teniendo en cuenta la rentabilidad de un proyecto ya que al ser rentable genera efectos externos como la generación de empleo mejorando las condiciones de vida y la economía de un lugar específico. Estos utilizan indicadores estadísticos, por ejemplo, población, nivel de estudio, pobreza, vivienda tasa de desempleo, canasta familiar etc.(Universidad del País Vasco, s.f.).

## **1.6 Plantas de trituración**

Para obtener la granulometría adecuada es necesario contar con una planta de trituración y clasificación; existen dos tipos de plantas que puede ser una de tipo fija y otra de tipo móvil.

### **1.6.1 Planta de trituración de áridos fija**

En términos generales, la línea de producción de piedra está compuesta por tolva, alimentador vibratorio, trituradora de mandíbulas, trituradora de cono, criba, lavadora de arena y cinta transportadora (Ruggiero, 2015).

Estructura de la instalación

Por lo general, hay tres estilos de estructuras de instalación, son la estructura de cemento, la estructura de acero y la estructura del chasis portátil. El usuario puede elegir el estilo de la estructura en función a la forma del relieve del terreno, el costo y otras consideraciones. (Ruggiero, 2015).

Descripción de los componentes.

Alimentador vibratorio

Encargado de alimentar a la trituradora primaria, construida robustamente para soportar la descarga de los volquetes o cargadores frontales, los bloques sobredimensionados nunca deberían entrar en el alimentador, la reducción del tamaño de los bloques debe hacerse fuera del proceso de trituración, lo adecuado sería cerca del frente de trabajo de la cantera. (Ruggiero, 2015).

Trituradoras

Existe una gran cantidad de trituradoras de distinto tipo, las que permiten efectuar el trabajo de desintegración en la preparación de rocas y minerales. Conforme al tipo de trituradora y a los

esfuerzos a los que someten a las rocas se utilizan unas u otras con sus ventajas técnico-económicas propias de cada una (Ramirez, 2013).

### Trituración primaria

El propósito de la trituración primaria es disminuir el material a un tamaño que sea fácil de transportar en cintas transportadoras.

- Trituradora de mandíbulas

En una planta de áridos, la trituración primaria se hace con una trituradora de mandíbulas, su propósito es producir material que puede ser transportado en cintas transportadoras hacia las etapas posteriores de trituración. Esencialmente constan de dos placas de hierro instaladas de tal manera que una de ellas se mantiene fija y la otra tiene un movimiento de vaivén de acercamiento y alejamiento a la placa fija, durante el cual se logra fragmentar el material que entra al espacio comprendido entre las dos placas (cámara de trituración). Hay dos tipos básicos de trituradoras de mandíbulas, las de un solo efecto y las de doble efecto (Garoía, 2012).

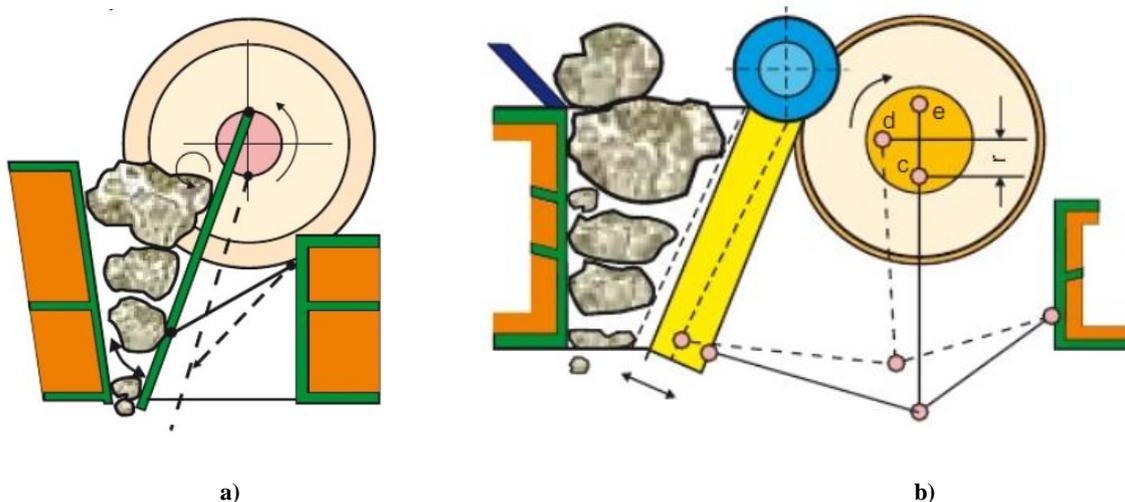


Figura 0.6 a) Trituradora de efecto simple. b) Trituradora de efecto doble.

Fuente: Metso, 2008.

- Trituradoras giratorias primarias

Consisten en un eje vertical largo articulado por la parte superior a un punto (spider) y por la parte inferior a un excéntrico. Este eje lleva consigo un cono triturador. Todo este conjunto se halla ubicado dentro el cóncavo o cono fijo exterior. Estas trituradoras ofrecen una alta capacidad gracias a la abertura circular de descarga, similar a la abertura de una trituradora de

mandíbulas por esta razón debe ser mucho más alta y pesada, requiriendo también una base firme (Garofía, 2012).

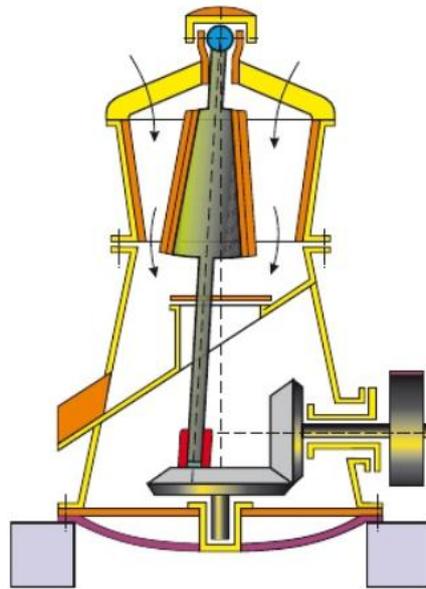


Figura 0.7 Trituradora giratoria.

Fuente: Metso, 2008.

- Trituradora de impactos

Cuando el material es fácil de triturar y no muy abrasivo y la producción de finos no generen un problema puede utilizarse una trituradora de impactos. La trituradora de impactos primaria ofrece alta capacidad y ha sido diseñada para aceptar material de alimentación de grandes dimensiones. De todas las trituradoras primarias, la de impactos es la que produce el producto más cúbico (Metso, 2008).

#### Trituración intermedia

- La finalidad de la trituración intermedia es producir varios productos gruesos, por ejemplo, áridos para carreteras o preparar el material para re trituración final, en el producto final no hay exigencias de calidad con la excepción de que el producto sea adecuado para la trituración fina. Debido a su alta capacidad y bajos costes de operación, es muy frecuente el uso de trituradoras de cono para trituración intermedia (Metso, 2008).

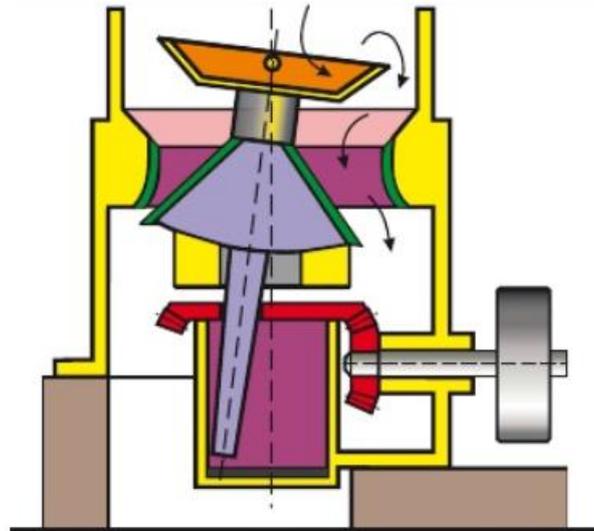


Figura 0.8 Trituradora de cono.

Fuente: Metso, 2008.

Trituración fina y cubicidad.

- De acuerdo al manual (Metso, 2008). Estas etapas determinan la calidad del producto final. Las especificaciones de calidad son exactas para los productos finales, especialmente en la industria de áridos. Las exigencias por parte de los clientes son la capacidad y la calidad (granulometría). La industria de áridos también tiene exigencias de calidad adicionales, tales como la forma cúbica de las partículas. En la mayoría de los casos la trituración fina y la corrección de forma (cubicidad) están combinadas en una sola etapa.
- Trituradoras de cono

Es una trituradora giratoria modificada. La diferencia principal es que el eje y cono triturador no está suspendida del spider, sino que esta soportada por un descanso universal ubicado por debajo. Debido a su construcción, las trituradoras de cono constituyen generalmente una inversión más cara que las trituradoras de impactos. Recomendada para rocas duras y abrasivas. En la mayoría de los casos, las trituradoras de cono pueden ofrecer una buena forma cúbica a los tamaños finos (Garoía, 2012).

- Trituradoras de impactos

La familia de las trituradoras de impactos consiste en dos tipos principales de equipos. El tipo convencional tiene un eje horizontal. El otro tipo consiste en una trituradora centrífuga con eje vertical. La operación de las trituradoras de impactos está basada en el principio de una rápida transferencia de la energía del impacto al material alimentado. Las trituradoras de impactos producen productos con una buena forma cúbica y pueden ofrecer altas tasas de reducción siempre y cuando el material de alimentación no sea demasiado fino. Las trituradoras de impactos se usan principalmente para triturar materiales no abrasivos. (Metso, 2008).

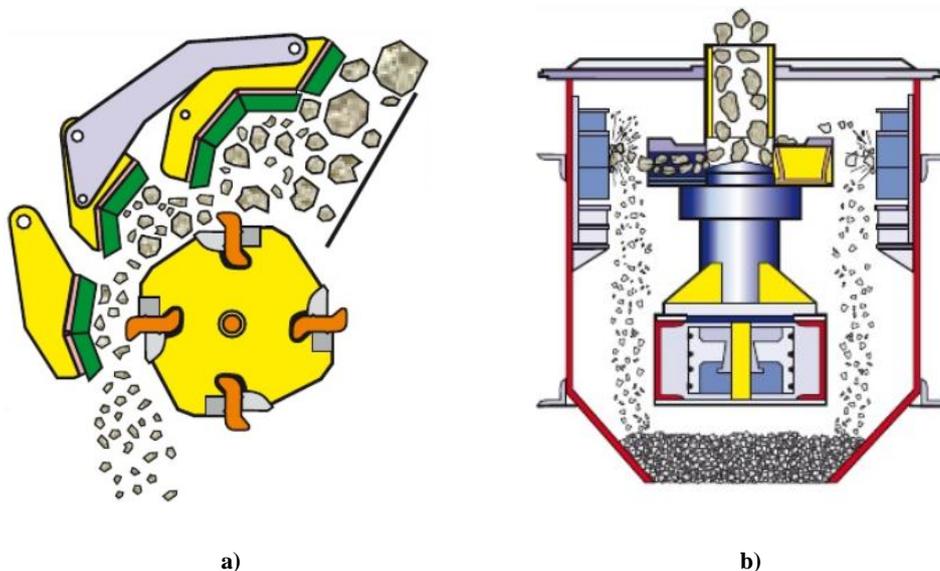


Figura 0.9 a) Trituradora de impactos de eje horizontal b) Trituradora de impactos de eje vertical.

Fuente: Metso, 2008.

#### Cálculo de la tasa de reducción

Todas las trituradoras tienen una tasa de reducción limitada, lo que significa que la reducción de tamaño se hace por etapas. El número de etapas depende del tamaño de alimentación y del producto requerido (Metso, 2008).

$$\text{Tasa de reducción total (R)} = \frac{\text{Tamaño del material de alimentación}}{\text{Tamaño del producto esperado}}$$

Si la tasa de reducción en la etapa de trituración primaria R1 y la tasa de reducción en la etapa de trituración secundaria R2 es menor a la tasa total se necesita realizar una trituración terciaria R3 (Metso, 2008).

Entonces:

$$R1 * R2 * R3 \geq R$$

## Cribas

Pueden cumplir varias funciones en el proceso de trituración, por ejemplo: Separación preliminar antes que el material ingrese a la trituradora primaria, separación del material más fino o más grueso que el tamaño deseado. (Ruggiero, 2015).

En el manual de (Metso, 2008). Nos indica cuando el material esta sobre la superficie de cribado, ocurren dos procesos que posibilitan la clasificación.

Probabilidad de separación. La probabilidad de separación de una partícula es una función de la relación entre su tamaño y la abertura de la malla de la criba. Para obtener una separación bien definida, la abertura de la malla debe ser siempre ligeramente mayor que el tamaño del producto esperado.

Estratificación. Por la vibración las partículas gruesas suben a la parte superior de la capa de material y las partículas más pequeñas bajan a la parte inferior de la capa a través de los espacios creados entre las partículas gruesas.

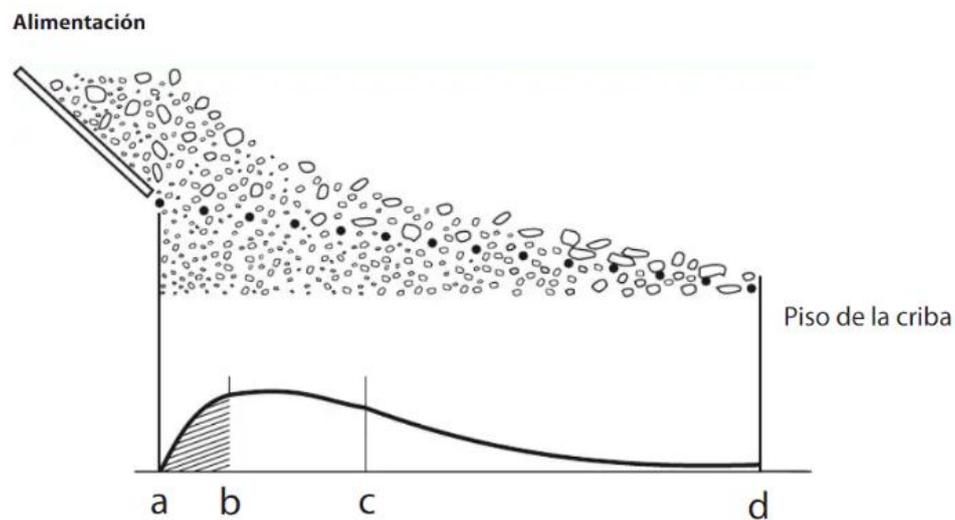


Figura 0.10 Proceso de separación y estratificación de la partícula en una criba.

Fuente: Metso, 2008.

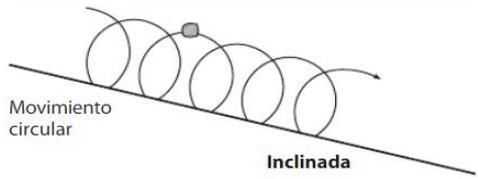
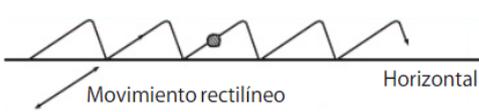
Cuando se descarga el material en la extremidad de alimentación de la superficie de cribado, la vibración causa la estratificación. Esta sección consiste en el espacio entre los puntos a y b, con la máxima estratificación en b. La máxima remoción de partículas ocurre entre b y c

(sección de cribado saturado) el punto de mayor probabilidad, debido al gran porcentaje de material fino. La sección entre los puntos c y d es la de menor probabilidad (Metso, 2008).

### Movimiento de la partícula

Generalmente, el movimiento de vibración se produce por medio de mecanismos vibrantes basados en masas excéntricas con amplitud de 1,5 a 5 mm operando dentro de un rango de 700 a 1.000 revoluciones por minuto. (Metso, 2008).

Tabla 0.1 Movimiento de la partícula según la posición de la criba.

Movimiento de la partícula	
 <p>Movimiento circular</p> <p>Inclinada</p> <p>En una criba inclinada la vibración se produce por un movimiento circular en un plano vertical.</p>	 <p>Movimiento rectilíneo</p> <p>Horizontal</p> <p>En cribas horizontales, el movimiento deberá ser capaz de transportar el material sin ayuda de la gravedad.</p>

Fuente: Metso, 2008.

Una criba operando con baja eficiencia puede causar problemas graves como:

- Sobrecarga del circuito cerrado de trituración.
- Productos que no cumplen especificaciones.

De acuerdo al tamaño del producto final en el mercado pueden existir distintos tipos de mallas elaboradas con diferentes materiales y formas además con tipos de abertura diferentes, en el (Anexo 2), se puede ver una relación aproximada entre el tamaño de producto y abertura de malla de la criba (Metso, 2008).

### Lavadoras de Áridos

Con el fin de obtener áridos de alta calidad, es justificable la utilización de los equipos de lavado. La función es la eliminación de materiales indeseables como arcillas y polvos finos. (Ruggiero, 2015).

## Cintas transportadoras

La función específica que cumple es de trasladar los materiales granulares y no cohesivos entre dos puntos de cota distinta a través de dos tambores impulsados por un motor (Garoía, 2012).

### 1.6.2 Planta de tratamiento de áridos móvil

Una planta de trituración móvil ofrece una nueva oportunidad de negocio a los contratistas y dueños de cantera. Se puede ofrecer un proyecto que con alta eficiencia y bajo costo, sin prohibición de ambiente. Son utilizadas para trabajos públicos o privados de pequeño y mediano tamaño o que la producción no sea demasiada alta, pueden estar ubicadas en zonas altas para la construcción de caminos (Xusheng Heavy Machinery Co., Ltd, 2011).

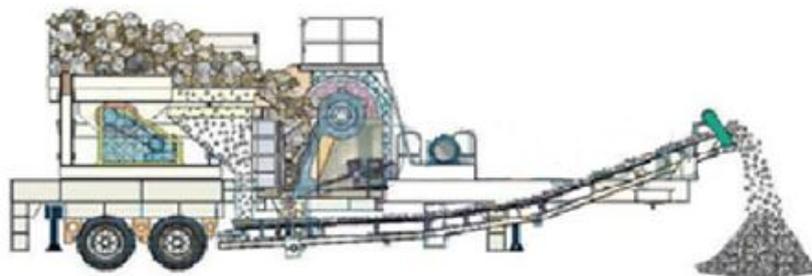


Figura 0.11 Planta móvil con chancadora de mandíbulas.

Fuente: Xusheng Heavy Machinery Co., Ltd, 2011.

#### Componentes principales de una planta móvil de trituración

- Chasis estructural con apoyo de los equipos.
- Kit de remolque en carretera con suspensión, ruedas y neumáticos.
- Tolva de descarga/alimentación para los equipos.
- Tolva de carga.
- Extensión de tolva opcional.
- Cinta de descarga.
- Plataforma de mantenimiento.
- Cuadro eléctrico de comando / partida.
- Transportadores de correas externos opcionales (Asetec do Brazil, 2017).

## **1.7 Materias primas**

En el Capítulo V del Reglamento General de la ley de Minería, el Art. 45 define como Materiales de construcción, a las rocas y derivados de las rocas, sean estas de naturaleza ígnea, sedimentaria o metamórfica tales como: andesitas, basaltos, dacitas, riolitas, granitos, cenizas volcánicas, pómez, materiales calcáreos, arcillas superficiales; arenas de origen fluvial o marino, gravas; depósitos tipo aluviales, coluviales, flujos laharíticos y en general todos los materiales cuyo procesamiento no implique un proceso industrial diferente a la trituración y/o clasificación granulométrica o en algunos casos tratamientos de corte y pulido, entre su explotación y su uso final y los demás que establezca técnicamente el Ministerio Sectorial previo informe del Instituto de Investigación Nacional Geológico, Minero, Metalúrgico (Reglamento General a la Ley de Minería, 2009).

### **1.7.1 Clasificación de los materiales de construcción**

Hoy en día existen tres maneras de clasificar a los materiales de construcción: según sea su procedencia, su naturaleza y su granulometría.

#### **Según su procedencia.**

Los materiales de construcción según su procedencia y el método por cual se obtiene se pueden clasificar de la siguiente manera en artificiales, naturales y reciclados.

**Materiales de construcción artificiales.**

Se obtienen a partir de productos y procesos industriales, tales como, escorias de altos hornos, y agregados ligeros. En algunas ocasiones para determinados tipos de concreto de baja resistencia, se puede utilizar algunos restos orgánicos como cascarilla de arroz, de palma, café etc. Esto al ser mezclado con los agregados puede reducir de manera significativa los costos del concreto (Libia, 2003).

**Materiales de construcción naturales.**

Se obtienen de la explotación de canteras son de origen natural, localizados en un terreno donde abundan en gran cantidad, de ser necesario pueden pasar por un proceso de clasificación y refinación por tamaños o son producto del arrastre de los ríos producidos por el movimiento del agua y por el roce entre estas, por lo general son redondeadas. Según la manera de obtenerse los podemos clasificar como Material de cantera y Material de río. (Libia, 2003).

Materiales de construcción reciclados.

De acuerdo a (Barbudo, 2012) los materiales de construcción reciclados consiste en volver a procesar el material que se ha utilizado anteriormente en la construcción, es decir los Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Los áridos procedentes del reciclaje de residuos son cada vez más usados en nuevas obras, debido que existe un ahorro económico. En la actualidad, la elevada generación de residuos procedentes de obras de demolición y de construcción ligada a la incapacidad de dar una salida a los mismos tanto económica como medioambientalmente, está provocando el aumento de estudios relacionados con ciertos materiales para su reutilización y reciclaje.

### **Según su naturaleza.**

Con el propósito de entender mejor las propiedades de los materiales de construcción es necesario estudiar un poco la geología de las rocas y su formación.

Las rocas ígneas se formaron por procesos geológicos en el interior de la tierra al solidificarse el magma que es una materia rocosa, móvil, caliente formada totalmente o en cierta parte de una fase líquida compuesto de silicatos, con el tiempo se formaron las rocas sedimentarias que se desarrollaron por la acumulación de sedimentos. Posteriormente las rocas sedimentarias e ígneas al sufrir grandes presiones y temperaturas formaron las rocas metamórficas que tienen una ausencia de silicatos por cristalización y reacción entre minerales que son sólidos aun en altas temperaturas (Libia, 2003).

### **Según su granulometría**

Los productos obtenidos a lo largo del proceso de extracción y tratamiento de áridos son separados y clasificados por tamaño para su posterior dosificación, mezcla y empleo en sus diferentes usos. (Labra & López, 2016).

### 1.7.2 Propiedades de los materiales de construcción

Dentro de las propiedades de los materiales de construcción tenemos las siguientes:



Figura 0.12 Propiedades de los materiales de construcción.

Fuente: Crespo, 2010.

Resistencia mecánica y a la intemperie: mecánicamente estos materiales ofrecen buena resistencia a la compresión por su alta densidad sin embargo su resistencia a los procesos de tracción y flexión es baja. La dureza se refiere a su resistencia al rozamiento, ralladura, cortaduras entre otras, la dureza está vinculada a los minerales que la componen y de los enlaces de la masa de dicho material. Se puede determinar la dureza del mineral a través de la escala de Mohs que están ordenadas de menor a mayor. La durabilidad se refiere a su tiempo de uso sin sufrir algún tipo de deterioro. La alteración de su composición es prácticamente inexistente y solo ocurre en sus capas externas por agentes atmosféricos. La densidad alcanza valores entre 2 a 3 g/cm<sup>3</sup>, depende de los minerales que componen el material y el porcentaje de huecos. Combustibilidad se puede decir que su resistencia al fuego es variable en rangos medios y bajos, disminuyendo si el material ha sido expuesto a la humedad. Por esta razón cuando ocurren incendios estos materiales resisten a la acción del fuego. Elasticidad presentan muy bajos coeficientes de elasticidad, aunque algunos se deforman elásticamente estos dependen de su composición por otra parte en el caso de las piedras la elasticidad es muy baja es por eso que se quiebran fácilmente. Propiedades térmicas no son buenos conductores térmicos, pero si se los humedecen su conductibilidad puede aumentar de forma considerable. La dilatación o contracción térmica solo afecta a sus capas externas. Propiedades eléctricas los áridos no conducen de manera efectiva la electricidad con un coeficiente de conductividad muy pequeño, sin embargo, en condiciones humedad su coeficiente puede elevarse de forma ligera. Impermeabilidad en los áridos su resistencia al agua varía de acuerdo al tipo de material, debido al nivel de porosidad que presenta cada material. También depende del flujo de agua en los

poros del material es decir a manera que el flujo de agua aumenta el tamaño de los poros también crecerá consecuentemente serán desgastados por la erosión (Crespo, 2010).

## 1.8 Obtención de la materia prima

### 1.8.1 Material de cantera

Entendemos por cantera a una explotación minera a cielo abierto constituido por una o más tipos de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas que sean de empleo directo. Los materiales que necesiten ser tratados pueden ser llevados a través de equipos de carga y transporte a una planta de tratamiento de áridos o a su vez pueden disponer de una en la misma cantera, esta planta tiene como objetivo de procesar el material para diferentes usos, el material de cantera por el proceso de explotación tiene superficie rugosa y forma angulosa (Herrera, 2006).

Métodos de explotación

El método aplicado en cantera suele ser el banqueo con uno o varios niveles, pero existen otros métodos para minas a cielo abierto:

- Transferencia
- Descubiertas
- Terrazas
- Contornos
- Graveras
- Minería hidráulica
- Lixiviación
- Especiales o mixtas

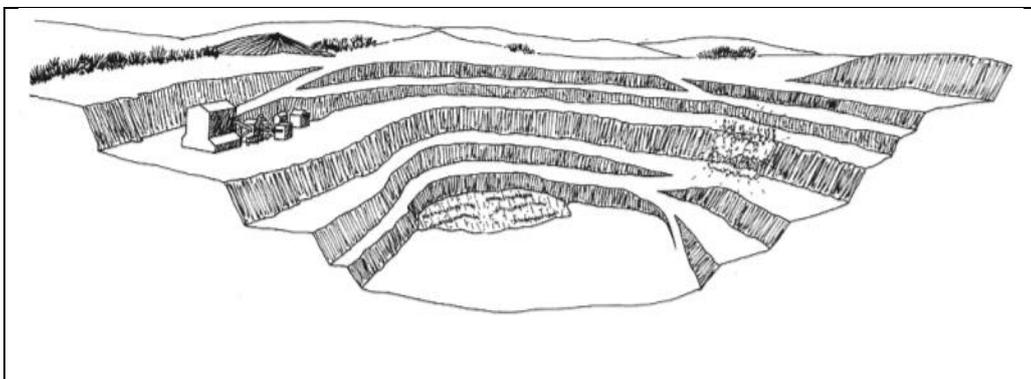


Figura 0.13 Cantera.

Fuente: Herrera, 2006.

### **1.8.2 Material de río**

Existen varios métodos, pero generalmente se realizan excavaciones en forma de piscinas que, se construyen perpendicularmente en dirección del cauce del río y en época de invierno se llenan de rocas y sedimentos que arrastran las crecientes normalmente el material es llevado por equipos de carga (cargador frontal) y transporte(volquete) a un área de acopio o directo a la criba de clasificación, donde se lava el material. Es importante realizar una diferencia ya que el material de río al estar expuesto a los efectos de arrastre, consigue un aspecto redondeado y una textura lisa. Sin embargo, cuando las rocas provenientes de río son sujetas a procesos de trituración y clasificación adquiere las características físicas del material de cantera, pero conserva las propiedades mecánicas, así como resistencia al desgaste y al intemperismo (Ministerio de Minas y Energía - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2013).

### **1.9 Productos utilizados como capa de rodadura**

#### Base

Consiste en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales (Farinango, 2014).

Requisitos que deben cumplir los agregados que se emplean en la construcción de capas de base:

- El límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6.
- El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40%.
- El valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

#### Sub base

Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la subrasante, impide que el agua de las terracerías ascienda por capilaridad. Deberá transmitir en forma adecuada los esfuerzos a las terracerías (Farinango, 2014).

Requisitos que deben cumplir los agregados que se emplean en la construcción de capas de sub base:

- Deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%,
- La porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25.
- La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

Mejoramiento con suelo seleccionado

Mejoramiento de vías con suelo seleccionado. El suelo seleccionado se obtendrá de la excavación para la plataforma del camino, de excavación de préstamo, o de cualquier otra excavación debidamente autorizada y aprobada por el Fiscalizador. Deberá ser suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico y escombros, y salvo que se especifique de otra manera, tendrá una granulometría tal que todas las partículas pasarán por un tamiz de cuatro pulgadas (100 mm.) con abertura cuadrada y no más de 20 por ciento pasará el tamiz N° 200 (0,075 mm), de acuerdo al ensayo AASHO-T.11. La parte del material que pase el tamiz N° 40 (0.425 mm.) deberá tener un índice de plasticidad no mayor de nueve (9) y límite líquido hasta 35% siempre que el valor del CBR sea mayor al 20%, tal como se determina en el ensayo AASHO-T-91. Material de tamaño mayor al máximo especificado, si se presenta, deberá ser retirado antes de que se incorpore al material en la obra. El Contratista deberá desmenuzar, cribar, mezclar o quitar el material, conforme sea necesario, para producir un suelo seleccionado que cumpla con las especificaciones correspondientes. De no requerir ningún procesamiento para cumplir las especificaciones pertinentes, el suelo seleccionado será transportado desde el sitio de excavación e incorporado directamente a la obra. (República del Ecuador Ministerio de Obras Públicas y comunicaciones Mop-001-F 2002, 2002).

### **1.10 Producción mínima de una planta de áridos (PMP)**

Para determinar la capacidad mínima anual de producción de la planta se debe considerar la demanda de áridos a nivel local de los productos y dividir por el número de horas al año. Para ello, se debe establecer el calendario laboral para poder planificar en forma adecuada la producción total de la planta. (Labra & López, 2016).

Considerando que un año tiene 365 días, descontando los sábados y domingos (104) y (6) días obligatorios de descanso tenemos:

$$\text{Días útiles de trabajo (DT)} = 365 \text{ días} - 104 \text{ días} - 6 \text{ días} = 255 \text{ días}$$

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

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

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

## CAPÍTULO II

### LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

#### 2.1 Antecedentes

El cantón Gualaceo pertenece a la provincia del Azuay y forma parte de los considerados cantones orientales; se encuentra a una distancia de 35 km de la ciudad de Cuenca.

Tabla 0.1 Datos generales del cantón Gualaceo.

Gualaceo	
País	Ecuador
Provincia	Azuay
Superficie	347 km <sup>2</sup>
Alcalde actual	Gustavo Vera

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) existe una población de 38,587 habitantes, el río que aporta de áridos al cantón es el “Santa Bárbara”.



Figura 0.1 Municipio de Gualaceo.

Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Vías urbanas del cantón Gualaceo

Condición de las vías urbanas de acuerdo al PODT (Plan de desarrollo y ordenamiento territorial administración 2014-2019) del cantón Gualaceo.

Las vías urbanas el 37% (46 km) son lastradas, el 22% (27.3 km) adoquinadas, el 19% (23.5 km) asfaltadas, el 2.3% (2.9 km) de hormigón y el 19.6% (24.3 km) son de tierra. Existe una política clara de inversión y mantenimiento periódico. Existe una brigada de técnicos, obreros y equipo caminero con la capacidad de ir mejorando las vías en las zonas urbanas del cantón. Es una competencia del GAD Municipal.

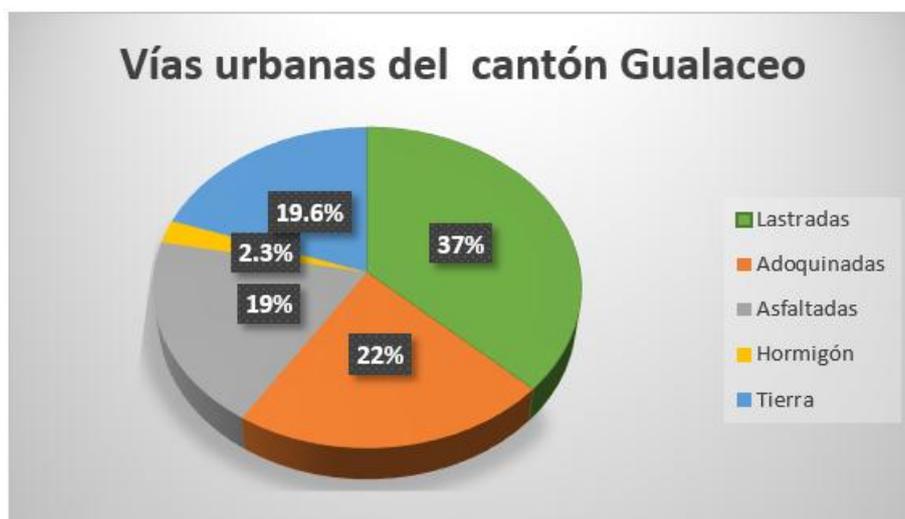


Figura 0.2 Vías urbanas en Gualaceo.

Fuente: Elaboración propia

## 2.3 Análisis de mercado

Para el análisis de mercado se basó en la información proporcionada por parte del Departamento de Obras Públicas y el Departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Gualaceo, a su vez esta información nos sirvió para realizar un análisis y evaluación de alternativas para la provisión de áridos para la ejecución de obras civiles y mantenimiento de vías.

### 2.3.1 Demanda de material

Se determinó la cantidad de material utilizado durante la administración 2014 - 2019 en dos actividades que participó el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Gualaceo de forma directa en la ejecución de obras:

- Mantenimiento de vías y sectores de la zona urbana del cantón a través de compras de material a minas o mediante subastas.
- Ayuda comunitaria con la entrega de áridos.

### 2.3.2 Mantenimiento de vías y sectores

En el 2018 el Municipio a través de una subasta compró los siguientes materiales:

- Material de mejoramiento
- Suministro de sub base y sub base 1
- Material de lastre

Se puede observar en el (Anexo 3), la cantidad total de 7410 m<sup>3</sup> que se utilizó para el mantenimiento de 5.3 km de vías de segundo orden que comunica a los sectores con el cantón Gualaceo, esta subasta se incluye en la determinación de la demanda de áridos.

La producción de una planta está relacionada con la demanda del producto. De acuerdo a la información proporciona por el Departamento de Obras Públicas, para mejoramiento de vías se ha utilizado la siguiente cantidad de material durante los 5 años en las siguientes vías y sectores que circundan al cantón Guacaleo.

### Mejoramiento de vías y sectores en el año 2019

Para el 2019 se incluyó la subasta de material para el mantenimiento de vías en los sectores como Quimzhi, Barrio lindo y Picay con un total de 21003.43 m<sup>3</sup> de material entre mejoramiento, lastre y sub base.

Tabla 0.2 Mejoramiento de vías y sectores 2019.

Sector de Quimzhi	Barrio lindo	Sector Picay	<b>TOTAL m<sup>3</sup></b>
8026.9	6698.16	6278.37	<b>21003.43</b>

Fuente: Elaboración propia.



Figura 0.3 Mejoramiento de vías y sectores 2019.

Fuente: Elaboración propia.

### Mejoramiento de vías y sectores en el año 2018.

Para los tres sectores como lo son: Chiquintur, San Pedro de los Olivos y parte de las vías que conduce al sector de Capzha se utilizó un total de 21003.71 m<sup>3</sup> de material de mejoramiento.

Tabla 0.3 Mejoramiento de vías y sectores 2018.

Sector de Chiquintur	Sector Capzha	San Pedro de los Olivos	TOTAL m <sup>3</sup>
7721.07	5956.02	7326.62	<b>21003.71</b>

Fuente: Elaboración propia.



Figura 0.4 Mejoramiento de vías y sectores 2018.

Fuente: Elaboración propia.

### Mejoramiento de vías y sectores en el año 2017.

En el 2017 para mantenimiento de vías se utilizaron un total de 21003.82 m<sup>3</sup> de mejoramiento, se utilizó más cantidad de material en las calles los Sigales y los Sauces seguida de la Av.

Cañaverales, y se logró dar mantenimiento parte de caminos en mal estado del Sector de Maripamba.

Tabla 0.4 Mejoramiento de vías y sectores 2017.

Av. Cañaverales	Sector Maripamba	Calles los Sigsales y los Sauces	TOTAL m <sup>3</sup>
7031.57	6836.62	7135.632	<b>21003.82</b>

Fuente: Elaboración propia.

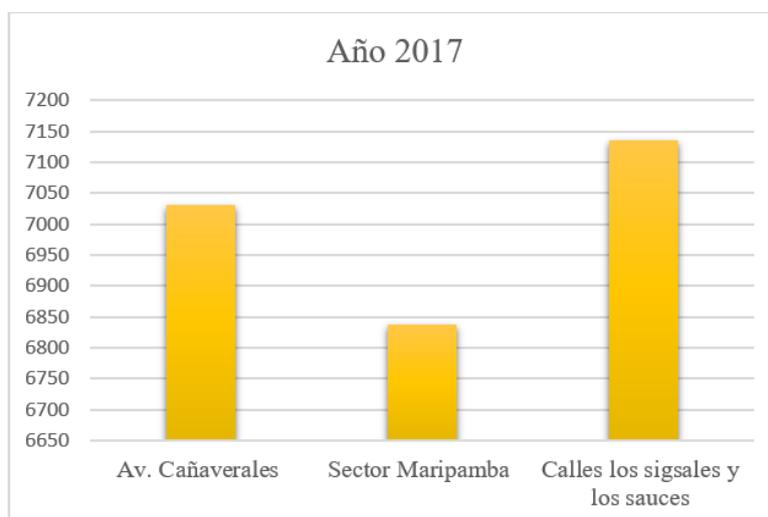


Figura 0.5 Mejoramiento de vías y sectores 2017.

Fuente: Elaboración propia.

### Mejoramiento de vías y sectores en el año 2016.

En el 2016 se utilizó un total de 21003.57 m<sup>3</sup> de mejoramiento, se pudo dar mantenimiento al sector de Ayaloma bajo que fue la que utilizó más cantidad de material, además se dio mantenimiento a la vía que conduce Estadio - Chicaguiña - Bullzhun, y la vía Nieves- Belén.

Tabla 0.5 Mejoramiento de vías y sectores 2016.

Vía Estadio-Chicaguiña-Bullzhun	Vía Nieves-Belén	Sector Ayaloma bajo	TOTAL m <sup>3</sup>
7045.92	6839.35	7118.3	<b>21003.57</b>

Fuente: Elaboración propia.

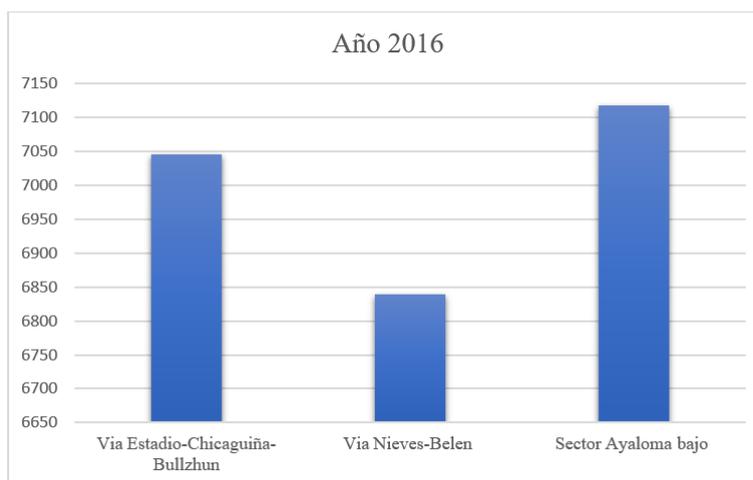


Figura 0.6 Mejoramiento de vías y sectores 2016.

Fuente: Elaboración propia.

### Mejoramiento de vías y sectores en el año 2015.

En el 2015 para mantenimiento de vías se utilizó un total de 21003.71 m<sup>3</sup> de mejoramiento, la Av. Nogales fue la que utilizó más cantidad de material, la misma que estaba en pésimas condiciones, también se logró dar mantenimiento a la Av. Circunvalación y por último el sector de Patul bajo.

Tabla 0.6 Mejoramiento de vías y sectores 2015.

Av. Circunvalación	Av. Nogales	Sector Patul Bajo	TOTAL m <sup>3</sup>
6985.006	7182.084	6836.62	<b>21003.71</b>

Fuente: Elaboración propia.

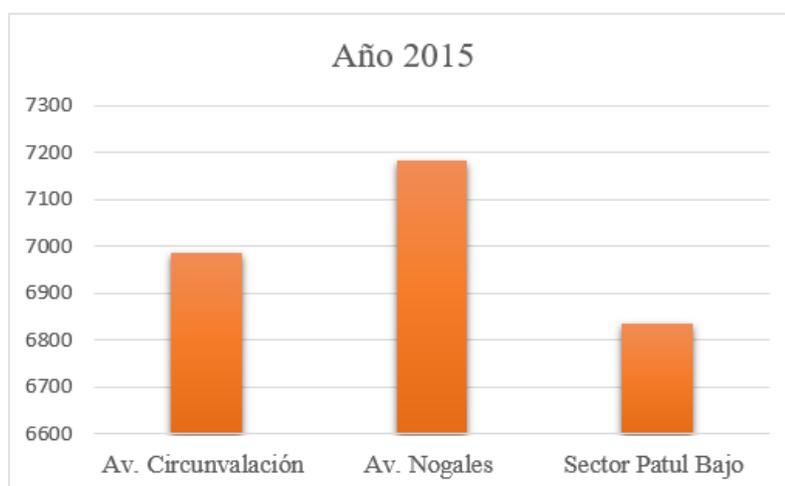


Figura 0.7 Mejoramiento de vías y sectores 2015.

Fuente: Elaboración propia.

Cantidad metros cúbicos utilizados en los 5 años incluyendo la subasta:

$$VT = L * A * E \text{ (m}^3\text{)}$$



Figura 0.8 Largo, ancho y espesor de las vías.

Fuente: Elaboración propia.

L = Longitud total de vías

A= Ancho de vías

E= Espesor de vías

Entonces;

$$VT = 75013.03 \text{ m} * 7 \text{ m} * 02 \text{ m}$$

$$VT = 105018.242\text{m}^3$$

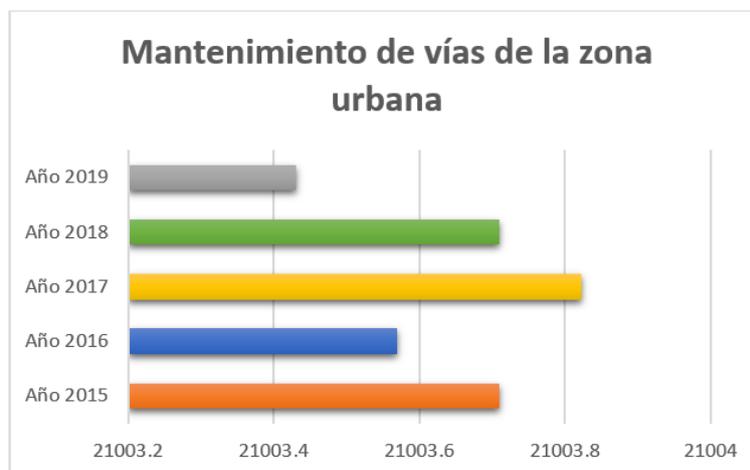


Figura 0.9 Total de material durante los 5 años en m<sup>3</sup>.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0.7 Total de metros cúbicos utilizados en cada año en mantenimientos de vías.

Años	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019
Total m <sup>3</sup>	21003.71	21003.57	21003.82	21003.71	21003.43

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.3 Ayuda comunitaria

De acuerdo a las necesidades de cada comunidad que forman parte del cantón el GAD de Gualaceo realiza la ayuda comunitaria que consiste en determinar a través de inspecciones la necesidad que presenta cada una de estas, como por ejemplo la construcción de casas comunales. En el periodo 2014-2019 se ha visto la necesidad de realizar una compra de áridos de 400 m<sup>3</sup> de arena y 550 m<sup>3</sup> de grava para la ejecución de obras.

Para obras como construcción de veredas, alcantarillados, sistemas de drenaje, sistemas de agua, construcción de edificación, asfaltado y recapeo se maneja a través de contratos, mediante el Departamento de Obras Públicas.

Tabla 0.8 Material para ayuda comunitaria durante los 5 años

Descripción del bien o servicio	Unidad	Cantidad
Arena	m <sup>3</sup>	400
Grava	m <sup>3</sup>	550
<b>TOTAL m<sup>3</sup></b>		<b>950</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.4 Resumen de la demanda de áridos

Se consideró todo el volumen de material demandado en la administración anterior tanto en mejoramiento de vías como en la entrega de áridos a comunidades obteniendo un total como se puede ver en la Tabla 2.9.

Tabla 0.9 Resumen de la demanda se áridos durante el periodo 2014-2019.

Detalle	Demanda de áridos (m <sup>3</sup> )
Mejoramiento de vías	105018.242
Ayuda a comunidades	950.00
<b>TOTAL</b>	<b>105968.24</b>

Fuente: Elaboración propia

La demanda de manera anual se obtiene dividiendo para los 5 años que es el tiempo que estuvo la administración anterior.

Tabla 0.10 Demanda se áridos de manera anual.

Detalle	Demanda de áridos (m <sup>3</sup> )
Mejoramiento de vías	21003.65
Ayuda a las comunidades	190.00
<b>TOTAL</b>	<b>21193.65</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con los 21003.65m<sup>3</sup>/año el GAD de Gualaceo anualmente consiguió dar mantenimiento a 15 km de vías de segundo orden de la zona urbana ya sea con base, sub base, mejoramiento o lastre. y los 190 m<sup>3</sup>/año se logró distribuir a comunidades que lo solicitaron para proyectos como juntas de agua potable y construcción de casas comunales.

### 2.3.5 Demanda potencial no satisfecha

Las vías urbanas del cantón Gualaceo en total son 124 km de los cuales 24.3 km son de tierra y no tiene ningún tipo de material como capa de rodadura o que ayude a estabilizar los caminos, si bien 46 km son lastradas no se da un mantenimiento periódico lo que conlleva a un deterioro considerable que dificulta el transporte por estas vías, si solo consideramos el mantenimiento una vez por año a los caminos de tierra y los caminos lastrados se tendría que dar el mantenimiento a 70.3 km.

### 2.3.6 Análisis de los precios

A continuación, en la siguiente Tabla 2.11 se puede observar los precios de los productos que se comercializan al público dentro de las canteras en el Azuay a un costo de 0.18 ctvos por transporte m<sup>3</sup>/km. Para nuestro análisis se tomó un costo de producción de 5 \$ por cada m<sup>3</sup> producido ya que el Municipio al ser una entidad pública le imposibilita la venta de material a particulares ya que es de uso exclusivo para su beneficio, a través de convenios se podría dotar de material a otras instituciones públicas.

Tabla 0.11 Precio de productos comercializados dentro de la planta.

Producto	sin IVA	con IVA 12%
Polvo	17.38	19.47
chispa 3/8	15.25	17.08
ripio ¾	16.07	18.00
base	14.29	16.00
sub base	13.13	14.71
mejoramiento	11.15	12.49

Fuente: Elaboración propia.

#### Distribución de los productos

- De forma directa desde la planta hasta la obra.
- Dentro de la planta a través de convenios con: Gobiernos Provinciales, Municipales y Parroquiales.

#### 2.4 Productos esperados

- Polvo de trituración
- Ripio 3/4
- Chispa 3/8
- Base



Figura 0.10 Preparación de Base.

Fuente: Elaboración propia.

- Sub base



Figura 0.11 Preparación de Sub base.

Fuente: Elaboración propia.

- Mejoramiento



Figura 0.12 Preparación de Mejoramiento.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.5 Análisis técnico operativa

### 2.5.1 Localización del proyecto

Para la instalación de la planta de tratamiento de áridos se ha analizado dos opciones:

#### Opción 1

En primera instancia se consideró el sitio que se encuentra en el sector de Guazhalán, contiguo a la feria de ganado pero que actualmente está siendo analizado por parte del GAD de Gualaceo para ubicar la revisión técnica vehicular en dicho sitio, se consideraba este sitio por las siguientes razones:

- El predio tiene un área aproximada de 22000 m<sup>2</sup>, del cual solo se pretende utilizar una parte para el stock de material e implementación de la planta.
- Se encuentra a una distancia de 12,5 km del Libre aprovechamiento de Chaquilcay y 4 km del tramo C, el tramo más distante del desazolve.



Figura 0.13 Sector de Guazhalán cantón – Gualaceo.

Fuente: Elaboración propia.

### Opción 2

Como segunda opción se consideró el terreno ubicado en el sector de Bullcay del Carmen a 7 km del centro de Gualaceo, pero este sitio pertenece al ministerio del ambiente donde anteriormente funcionaba las plantaciones, a través de un convenio se puede facilitar la adquisición de este sitio para el GAD-Gualaceo, tiene un área total de 6100 m<sup>2</sup>, donde se podría ajustar la planta.

### Características

- Servicio de transporte: Bus urbano - Gualacense flota bus.
- Calle principal Gualaceo – Cuenca
- La localización del proyecto es próxima a los depósitos que aportarían de materia prima, el punto más distante del desazolve está a 10 km y aproximadamente a una distancia de 8 km del Libre Aprovechamiento de Chaquilcay.
- Cuenta con vías de acceso idóneos para la distribución de agregados.



Figura 0.14 Sector de Bullcay del Carmen cantón – Gualaceo.

Fuente: Google Earth Pro.

### Selección del sitio

Para la selección del sitio se utilizó el método de “análisis multicriterio”. Este método establece valores cuantitativos a una serie de circunstancias que se consideren importantes para la localización del proyecto y se logra comparar ambos sitios.

Entonces para nuestro proyecto se realizó los siguientes pasos:

- a) El peso asignado de acuerdo a la importancia de cada circunstancia es de 0 a 1.
- b) La calificación tiene un rango de 1 a 10.
- c) En la puntuación se multiplica el peso por la calificación.
- d) Al final se suma la puntuación y se elige el valor máximo y ese es el sitio correcto.

Descripción de cada circunstancia tomada en cuenta para la selección del mejor sitio:

- Distancia de la materia prima y el sitio: se consideró la distancia que existe entre el lugar donde se ubica la planta y los proyectos que van a suministrar de materia prima.
- Problemas ambientales: hace referencia a la posible contaminación que se pueda provocar a los elementos de la naturaleza como el agua, los animales, el aire y el suelo.
- Vías de acceso: disponibilidad de vías en buen estado que permitan una libre circulación por parte de la maquinaria hacia el proyecto.
- Impedimentos: es el hecho que exista algún impedimento legal o una excusa que obstaculice la ejecución del proyecto.
- Construcciones aledañas: se tomó en cuenta la cantidad de construcciones que existe alrededor de cada sitio.

Tabla 0.12 Método de análisis multicriterio para selección del sitio.

Circunstancia	Peso asignado	Opción 1 GUAZHALÁN		Opción 2 BULLCAY DEL CARMEN	
		Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
Distancia de la materia prima y el sitio.	0.15	6	0.9	6	0.9
Problemas ambientales	0.25	2	0.5	8	4
Vías de acceso	0.20	6	1.2	7	1.4
Impedimentos	0.07	7	0.49	2	0.14
Construcciones aledañas	0.33	4	1.32	8	2.64
<b>SUMA:</b>	1		4.41		<b>9.08</b>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al método de “análisis multicriterio” el sitio que tuvo mejor puntuación es la segunda opción es decir la planta se tiene que ubicar en el sector de Bullcay del Carmen.

### 2.5.2 Capacidad de la planta de trituración móvil

Para este proyecto se ha investigado a diferentes proveedores de plantas de tratamiento y clasificación de áridos. De acuerdo a su producción se tienen equipos grandes que pueden producir volúmenes superiores a los 100m<sup>3</sup>/h, equipos medianos que producen volúmenes entre 50-60 m<sup>3</sup>/h y equipos pequeños que pueden producir volúmenes entre 15-20 m<sup>3</sup>/h con la diferencia a los equipos grandes y medianos este último ofrece un solo tipo de producto por proceso, por lo que no conviene hacer el análisis con un equipo pequeño ya que para la elaboración de productos como base o sub base se necesita granulometrías diferentes. En nuestro caso de acuerdo a la demanda de material que se utilizó durante los cinco años nos dio una producción de 10.39 m<sup>3</sup> por hora considerando la jornada laboral (255 días al año y 8 horas al día), lo ideal sería hacer el cálculo con un equipo pequeño, pero al no elaborar varios productos en un circuito cerrado nos basamos en un equipo mediano.

Capacidad mínima (CM)

Capacidad instalada de la planta 60 m<sup>3</sup>/h rendimiento 100%.

$$CM = \frac{\text{Entrada de materia prima en m}^3/\text{año}}{\text{Horas laborables}}$$

$$CM = \frac{21193.65 \text{ m}^3}{2040h} = 10.39 \text{ m}^3/h$$

Rendimiento 18% de la capacidad máxima.

### 2.5.3 Proceso de producción

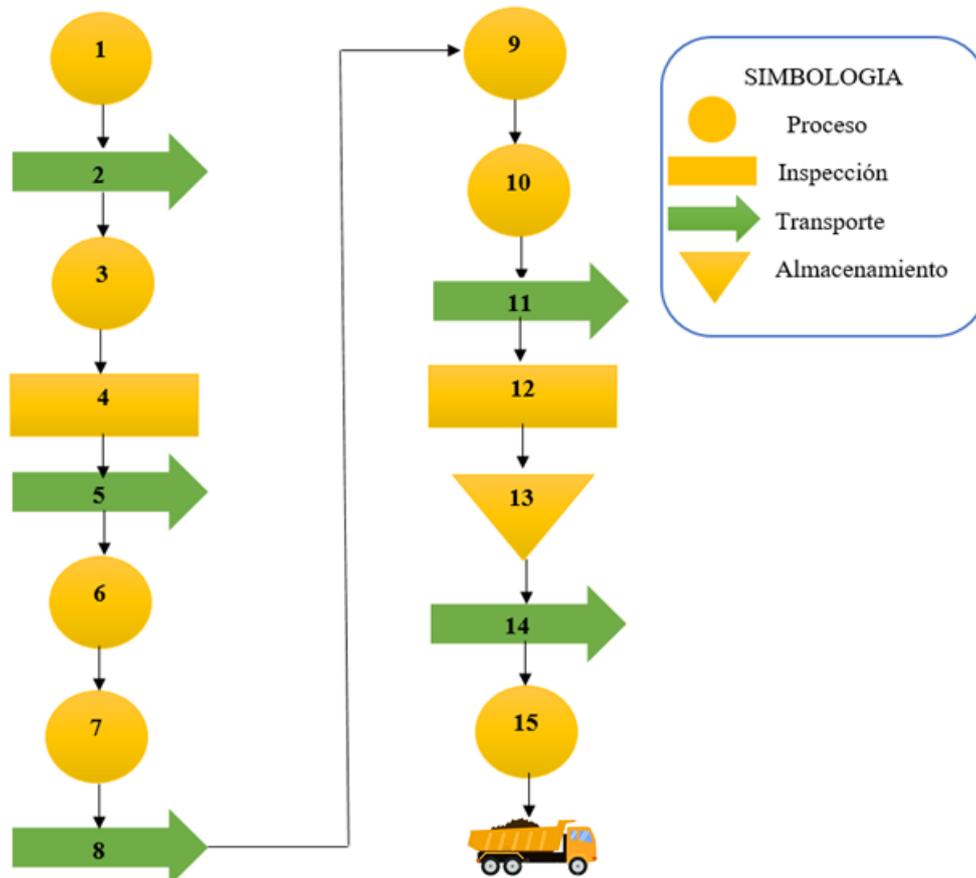


Figura 0.15 Flujo de procesos.

Fuente: Elaboración propia.

1. El material será extraído del río o de la cantera a través de una excavadora con una capacidad de  $1 \text{ m}^3$ .
2. Luego será transportado a través de un volquete con una capacidad de  $12 \text{ m}^3$  hasta el sitio donde se encuentra la planta de trituración.
3. A través de una Zaranda artesanal el material que llega a la planta previamente será clasificado, si el material es de cantera también se consigue tierra que se utiliza para la preparación de mejoramiento.
4. Los tamaños que sean superiores a los que acepta la trituradora de mandíbulas serán reducidos antes de ser procesadas.

5. Con la ayuda de un cargador frontal las rocas con dimensiones aceptables serán puestas en la tolva de alimentación.
6. A través del alimentador vibratorio el material es removido hasta la trituradora primaria en este caso la trituradora de mandíbulas.
7. Como resultado de la trituración primaria se obtienen rocas con tamaños no superiores a las 4 pulgadas e incluso se obtiene polvo.
8. Este material es transportado a través de las bandas transportadoras hasta las cribas vibrantes que pueden ser movimientos circulares o rectilíneos.
9. El material que entra a la criba será clasificado de acuerdo a las mallas o productos que se deseen obtener, ejemplo 3/4, 3/8, 1 pulgada.
10. Si se desea obtener el polvo que en ocasiones este material suple a la arena, el material que no paso la malla 3/4 tiene que pasar por la trituradora secundaria es decir por la trituradora de cono.
11. Cada producto es transportado a través de las bandas transportadoras hasta su salida.
12. El producto final es revisado por el jefe de planta para comprobar su calidad.
13. Cada producto es acopiado en su lugar de almacenamiento previo a su distribución.
14. También el material triturado es llevado a un área de mezcla para elaboración de base y sub base e incluso mejoramiento.
15. Entrega del producto final.

#### 2.5.4 Organigrama funcional

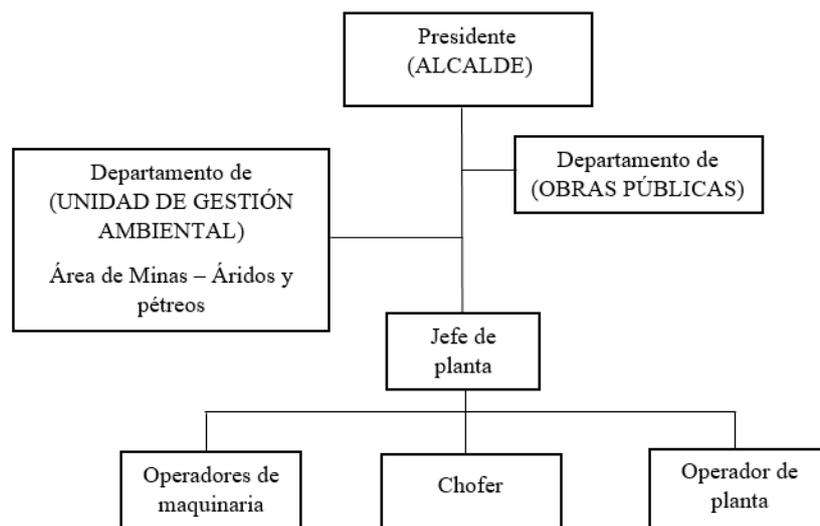


Figura 0.16 Organigrama Funcional.

Fuente: Elaboración propia.

### Explicación de cada función

- **Presidente:** en este caso el Alcalde del GAD-Gualaceo es el que toma las decisiones finales.
- **Departamento de Obras públicas:** revisa el informe que le entregó el departamento de la Unidad de Gestión Ambiental a través del técnico de minas y da a conocer el estado de la planta al alcalde.
- **Departamento de Unidad de Gestión Ambiental:** el técnico encargado del área de minas – áridos y pétreos es el que corrige o adiciona algún comentario al informe que le entrego el jefe de planta.
- **Jefe de planta:** debe tener conocimientos en administración y contabilidad, es el encargado del funcionamiento de toda la planta, es el que revisa la calidad del producto y toma daciones para optimizar el proceso.
- **Operador de planta:** es el encargado de avisar de inmediato si se necesita parar la producción por alguna avería, se encarga de revisar que no haya obstrucciones en la trituración primaria por sobredimensionados.
- **Chofer:** Encargado de transportar la materia prima de forma responsable y segura además realiza la revisión técnica y de limpieza de la unidad.
- **Operadores de maquinaria:** Revisa que los equipos estén en perfecto estado, opera de manera eficiente y segura.

### 2.5.5 Selección del equipo

#### Planta de trituración

Dentro de los equipos de minería existen ofertas de plantas de trituración usados en buenas condiciones, pero que ya han alcanzado su vida útil de 10 años. Los precios pueden variar e inclusive se pueden conseguir a mitad de precio. Para este proyecto se considera un equipo nuevo ya que presenta las siguientes ventajas:

- Una vida útil de 10 años.
- Evitar parar la producción por fallos en la planta de trituración que pueden provocar tiempo de inactividad y puedan reducir el rendimiento.
- Al ser una planta de trituración nueva no presentará reparaciones costosas.
- Se obtendrá material de buena calidad.

## Especificaciones técnicas

De acuerdo a la demanda de material utilizado se elige una planta de trituración tipo móvil para trituración primaria (chancadora de mandíbula) y trituración secundaria (chancadora de cono) de la serie K que ha optimizado e innovado su diseño estructural ajustando la trituradora sobre un chasis con ruedas. El material a ser procesado no debe ser mayor a los 50 cm, se puede triturar materiales incluyendo granito, basalto y piedra de río. Deben estar libres de material vegetal, arcilla u otro material y presenta las siguientes dimensiones 12.15 m × 2.6 m × 3.95 m.

Tabla 0.13 Especificaciones técnicas de la planta móvil de trituración.

<b>Serie</b>	<b>Elementos principales</b>	<b>Modelo</b>	<b>Capacidad de silo</b>	<b>Tamaño máximo de alimentación</b>
KE600-1	Estructura	Chasis metálico sobre ruedas de dos ejes	5.3 m <sup>3</sup>	500 (mm)
	Equipo de cribado y alimentación	GF0942		
	Trituradora de mandíbula	PE600x900		
	Cinta transportadora	B800x8.3 m		
	Panel eléctrico	Estándar		
KC75-2	Estructura	Chasis metálico sobre ruedas de dos ejes		150 (mm)
	Equipo vibrante	3YZS1848		
	Trituradora de cono	CSB75		
	Cinta transportadora	B800x7.5 m		
	Panel eléctrico	Estándar		
	Cintas transportadoras adicionales	B800x18 m B800x15 m		

Fuente: Elaboración propia

Marca KEFID posee una estructura metálica y un chasis de vehículo, es un equipo elaborado en China y cumple con la norma de calidad ISO 9001:2008, equipado con pantalla táctil LCD de alta tecnología y se pueden encontrar a un precio en el mercado de UDS\$ 500.000, para completar la línea de producción se pueden acoplar los equipos que sean necesarios.

Equipos de trituración



Figura 0.17 Equipos de trituración. a) Trituradora de mandíbulas, b) Trituradora de cono.

Fuente: Kefid Machinery Co., Ltd.

### 2.5.6 Esquema del proyecto

Dentro del diseño del proyecto no se tomó en cuenta un área de mantenimiento ya que el municipio cuenta con un lugar especialmente equipado para el mantenimiento de maquinaria pesada donde posee el personal calificado y las herramientas necesarias, lo que si se considera es un área de construcción.

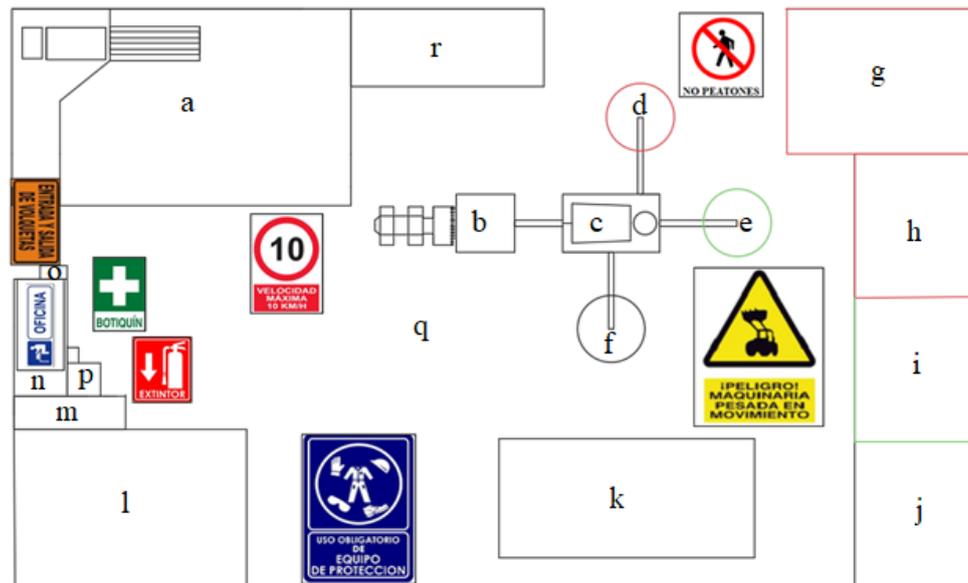


Figura 0.18 Esquema del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

- a) Llegada de la Materia prima.
- b) Trituración primaria.
- c) Trituración secundaria.
- d) Salida de material triturado 3/4, cambiando las mallas se pueden conseguir otros productos ejemplo 1 pulgada.
- e) Salida de material triturado 3/8 (chispa).
- f) Salida de polvo.
- g) Stock de material 3/4.
- h) Stock de material 1" u otros productos.
- i) Stock de material 3/8.
- j) Stock de polvo.
- k) Área de preparación de Base, Sub-base y mejoramiento de acuerdo a lo que se requiera.
- l) Estacionamiento.
- m) Bodega.
- n) Oficina.
- o) Basureros (desperdicios).
- p) Baño y lavador.
- q) Patio de maniobras.
- r) Parqueo de maquinaria.

### Área de construcción

En la tabla 2.14 se observa el tipo de estructura y el material que se puede utilizar en los terminados para el área de construcción.

Tabla 0.14 Estructura y terminados del area de construcción.

Estructura		Terminados	
Cimientos	En hormigón	Techo	Perfiles de acero cubierta (Eternit)
Sobre cimientos	Hormigón armado (malla)	Tumbado	Estucos
Estructura de pilares	Acero	Piso en baños, bodega y oficina	Cerámica
Paredes	Bloque y empastadas	Ventanas	Marco y protección en hierro
Losa	Hormigón armado	Puertas	Hierro
		Instalaciones eléctricas	Puntos de enchufe y alumbrado
		Pintura	Interiores pintura de agua y exteriores látex acrílico
		Instalaciones sanitarias	Agua potable y alcantarillado

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a las características del terreno se considera un área de construcción de 51 m<sup>2</sup>, la misma que deberá contener una oficina, dos baños interior y exterior, un lavador, un parqueadero momentáneo y una bodega.

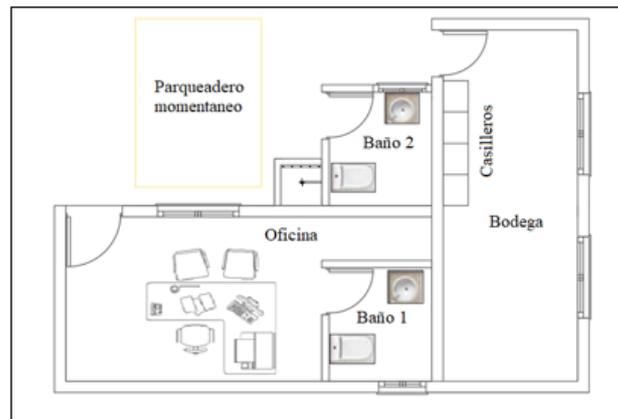


Figura 0.19 Esquema del área de construcción.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.5.7 Instalación de la planta

Para la instalación de la planta se seguirán los procedimientos sugeridos por los proveedores, el tipo de instalación para la conexión de energía nos dirá el estudio eléctrico, antes de instalar la planta se tiene que hacer lo siguiente:

Preparar el terreno

- Limpieza y desmonte con la tala de arbustos y árboles.
- Nivelación del suelo con excavaciones o rellenos.
- En el caso de existir agua drenar el agua a través de zanjas o tuberías perforadas.

El suelo donde se ubica la planta tiene que ser fijo y compacto de ser necesario se ayudará con soportes de hormigón para evitar el movimiento, para facilitar la maniobra del operador al momento de alimentar a la planta se tiene que construir una rampa.

## 2.6 Suministro de materia prima

Actualmente el Municipio cuenta con dos proyectos que pueden suministrar de materia prima a la planta a continuación se va a explicar a detalle en qué consiste cada proyecto, y como se encuentran hoy en día.

### 2.6.1 Proyecto 1

#### Libre aprovechamiento “Chaquilcay”

Según el artículo 144 de la Ley de Minería podemos definir como Libre aprovechamiento de materiales de construcción para obras públicas como una zona donde el Estado podrá

aprovechar libremente los recursos pétreos, el material extraído será empleado de forma directa para beneficio de obra pública caso contrario si son utilizados para otros fines se considera como explotación ilegal, sujetándose a las sanciones emitidas dentro de la Ley de Minería. Un libre aprovechamiento solo es concedido por parte del Ministerio Sectorial a instituciones públicas los cuales pueden explotar los materiales pétreos en zonas concesionadas o no concesionadas y están sujetos como cualquier titular minero al cumplimiento de todas las disposiciones presentes en la Ley de Minería especialmente de carácter ambiental (Ley de Minería, 2009).

Con el fin de mejorar el sistema vial del cantón Gualaceo y dotar de material para obra pública, el cantón mantiene la cantera de Libre Aprovechamiento de materiales de construcción denominada “Chaquilcay” código 10000807, autorizada desde el 7 de diciembre del año 2018, con un volumen a explotar de 70004.57 m<sup>3</sup> en un plazo de dos años.



Figura 0.20 Estado de la cantera Libre Aprovechamiento “Chaquilcay” código 10000807, al 25 de abril de 2019.

Fuente: Elaboración propia.

El área donde se encuentra ubicado el Libre Aprovechamiento “Chaquilcay” presenta un talud artificial de aproximadamente 60 metros de altura producto de intervenciones anteriores sin criterio ni secuencia técnica de explotación.

## Desventajas

- El proyecto no cuenta con la autorización de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA),
- No posee el registro ambiental.

## Datos generales del proyecto

El Libre Aprovechamiento “Chaquilcay”, código 10000807 se encuentra ubicada en la provincia del Azuay, cantón Gualaceo, parroquia Jadan, sector Chaquilcay cuenta con una superficie de 9 Ha.

Geología: Es un yacimiento metavolcánico de la Serie Paute ubicado en el miembro superior Metavolcánicos de San Francisco, con presencia de lavas andesíticas, aglomerados volcánicos, tobas metavolcánicas y esquistos, el mismo que presenta un extracto masivo.

Tabla 0.15 Cuadro de coordenadas del área de Libre Aprovechamiento “Chaquilcay” código 10000807.

COORDENADAS UTM PSAD 56				
Cuadro de coordenadas del Libre Aprovechamiento “Chaquilcay”				
	Este	Norte	Distancia	
PP	740700	9683000	PP-1	300
1	741000	9683000	1-2	300
2	741000	9682700	2-3	300
3	740700	9682700	3-PP	300

Fuente: (Resolución de Autorización Nro. MERNNR-CZCS-2018-0001-RM).

Para el cálculo de reservas se ha definido el método de perfiles. El sistema de explotación del material de construcción (Material Metavolcánico) en el área de Libre Aprovechamiento “Chaquilcay” es a cielo abierto realizando un banqueo descendente. Debido al tipo de material, las condiciones topográficas, la superficie y el volumen a explotar en el área solicitada, se programó que el trabajo de explotación y extracción será mediante el empleo de maquinaria convencional tractor, excavadora y cargadora frontal.

Tabla 0.16 Cantidad de material de Libre Aprovechamiento “Chaquilcay”.

	<b>Libre aprovechamiento “Chaquilcay” (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Total 2 años</b>	70004.57
<b>Anual</b>	35002.29
<b>m<sup>3</sup>/día</b>	137.26
<b>m<sup>3</sup>/h</b>	17.16

Fuente: Elaboración propia.

## 2.6.2 Proyecto 2

### **Desazolve del río Santa Bárbara del cantón Gualaceo.**

Con el criterio de limpieza de los márgenes del río y evitar inundaciones de acuerdo a los informes de los últimos años se desarrolla el proyecto.

En el 2018 el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Gualaceo y el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Cuenca a través de un convenio firman el proyecto denominado “Desazolve del río Santa Bárbara del cantón Gualaceo como acción de prevención ante inundaciones” con el objetivo de reducir el riesgo de la población Gualaceña ante inundaciones del río Santa Bárbara, a través de realizar el desazolve del material pétreo acumulado en el cauce, lo que permitirá tener un canal más amplio para el flujo del río durante eventos de crecidas y se evitará la erosión/socavación de las márgenes del río aguas arriba, garantizando la seguridad de la población ante futuros desbordamientos e inundación de zonas vulnerables.



Figura 0.21 Río Santa Bárbara del cantón Gualaceo – 30 de abril de 2019.

Fuente: Elaboración propia.

El área intervenida se encuentra dentro de la subcuenca del río Santa Bárbara, la cual forma parte de la cuenca del río Paute. La cuenca del Santa Bárbara tiene una superficie de 95253.4 ha, con un rango de altitud que varía entre los 2220-3940 m.s.n.m. y una altitud media de 2966.2 m.s.n.m.; la pendiente media de la subcuenca es de 19.76 %.

La extracción racional de áridos en el río Santa Bárbara, desde el sector Patul Bajo denominado curva de los Neira hasta el sector de Nallig, es beneficiosa para prevenir la colmatación de sedimentos y evitar desbordes e inundaciones hacia terrenos circundantes.



Figura 0.22 Extracción de áridos desde el sector Patul Bajo, curva de Neira hasta el sector Nallig.

Fuente: Informe Técnico Batimetría sobre el Río Santa Bárbara.

Se intervendrá dentro del río Santa Bárbara, para la extracción de material pétreo en los tramos A –B – C, ya que el tramo D se encuentra dentro de concesiones mineras, mismo que se trabajará con los titulares de la zona.



Figura 0.23 Tramos de extracción de material A, B y C.

Fuente: Informe Técnico Batimetría sobre el Río Santa Bárbara.

## Ubicación geográfica de cada tramo

Tabla 0.17 Tramos de ubicación geográfica coordenadas UTM WGS84.

Tramo C				Tramo B				Tramo A			
C1		C2		B1		B2		A1		A2	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
746880	9678932	746677	9678508	747224	9679628	747100	9679225	748020	9681170	747543	9680575

Fuente: Informe Técnico Batimetría sobre el Río Santa Bárbara.

Desazolve de material excedente del río Santa Bárbara, tramos A, B y C; con una longitud de 1,88 km y un volumen de 32485.7 m<sup>3</sup>.

Excedente de material en el tramo D 19268.40m<sup>3</sup> extraídos por parte de los titulares mineros con el mismo criterio de desazolve del río Santa Bárbara.

Tabla 0.18 Cantidad de material en m<sup>3</sup> considerando 10% de desperdicio.

% de material aprovechable	m <sup>3</sup>	volumen de material para triturar m <sup>3</sup> (considerando 10% de desperdicio)	
Piedra para trituración (50%)	16242.85	14618.57	m <sup>3</sup> /día
Grava (30%)	9745.71	8771.14	114.66
Arena (20%)	6497.14	5847.43	m <sup>3</sup> /h
TOTAL	32485.7	29237.13	14.33

Fuente: Elaboración propia.

También se pretende realizar el desazolve en la Isla No.1 con longitud de 150 m y un volumen de 4053,00 m<sup>3</sup> aproximadamente, misma que se ubica en el sector de Certag perteneciente al cantón Gualaceo. El inconveniente es que este material se encuentra dentro de la zona 1 establecida como zona libre de minería, en la Ley de Minería del 2006 que nos indica que no se puede realizar actividades mineras por esta razón no se toma en cuenta esta isla para el convenio con el municipio de Cuenca ya que necesita la autorización por parte del Gobernador que preside el comité de congestión estos son:

- ARCOM
- SUBSECRETARIA DE MINAS
- MINISTERIO DEL AMBIENTE
- SENAGUA



Figura 0.24 Isla No.1 ubicada en la zona especial.

Fuente: Informe Técnico Batimetría sobre el Río Santa Bárbara.

## 2.7 Seguridad y salud ocupacional

Para los trabajadores dentro de la planta están obligados a:

Mantener las áreas de trabajo limpias.

No llegar en estado etílico al lugar de trabajo ni introducir bebidas alcohólicas ni cualquier otra sustancia estupefaciente.

Advertir inmediatamente sobre deterioros en el equipo de trituración con el fin de evitar un accidente.

Utilizar los EPP (Equipos de Protección Personal)

- Casco industrial.
- Gafas de protección visual.
- Orejeras.
- Mascarillas desechables.
- Guantes de seguridad.
- Botas punta de acero.
- chaleco reflectivo.

## 2.8 Señalética de seguridad

Son combinaciones entre figuras geométricas y colores que contienen un símbolo con un significado que tratan de comunicar a las personas de la seguridad en ese lugar. Para nuestro

proyecto se consideró ocho señales fundamentales de seguridad localizadas en lugares específicos para su rápida comprensión.

#### Señales de prohibición

- No peatones.
- Velocidad máxima 10 km/h.

#### Señales de prevención

- Entrada y salida de volquetes.
- ¡Peligro! Maquinaria pesada en movimiento.

#### Señales de emergencia

- Botiquín.
- Extintor.

#### Señales informativas y de obligación

- Oficina.
- Uso obligatorio de los EPP.

## **2.9 Marco legal**

Nuestro proyecto para el correcto funcionamiento necesita los siguientes requisitos según la normativa ecuatoriana vigente.

Para entender de mejor manera se explica el significado de las siguientes siglas:

AAAR: Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable.

SUIA: Sistema Único de Información Ambiental.

SNAP: Sistema de Áreas Protegidas.

BP: Bosques Protectores.

PFE: Patrimonio Forestal del Estado.

TdR: Términos de referencia (para el estudio de impacto ambiental).

EIA: Estudio de Impacto Ambiental.

PMA: Plan de Manejo Ambiental.

MAE: Ministerio del Ambiente del Ecuador.

SENAGUA: Secretaria Nacional del Agua.

El Ministerio del Ambiente, a través resolución 212 publicada en el 2018, acredita al gobierno Provincial como AAAR. Para los procesos de control y mitigación de contaminación ambiental producidos por obras o proyectos que estén dentro de la Provincia del Azuay.

Dentro de sus competencias están:

- Emitir el registro y Licencia Ambiental de acuerdo a la categorización del SUIA.
- Verificación y aprobación de instrumentos de evaluación ambiental.
- Dar seguimiento a las denuncias por daños ambientales.
- Regular sectores, Obras o proyectos de GAD's municipales.

La instalación de una planta de tratamiento de áridos fuera o dentro de una concesión minera al tener la categorización tipo II emitida por el MAE, se necesita la licencia ambiental que debe ser emitida por el Gobierno Provincial del Azuay.

### 2.9.1 Licencia ambiental

Es el permiso que otorga la autoridad competente a una persona natural o jurídica, para la realización de un proyecto que pueda causar impacto ambiental.

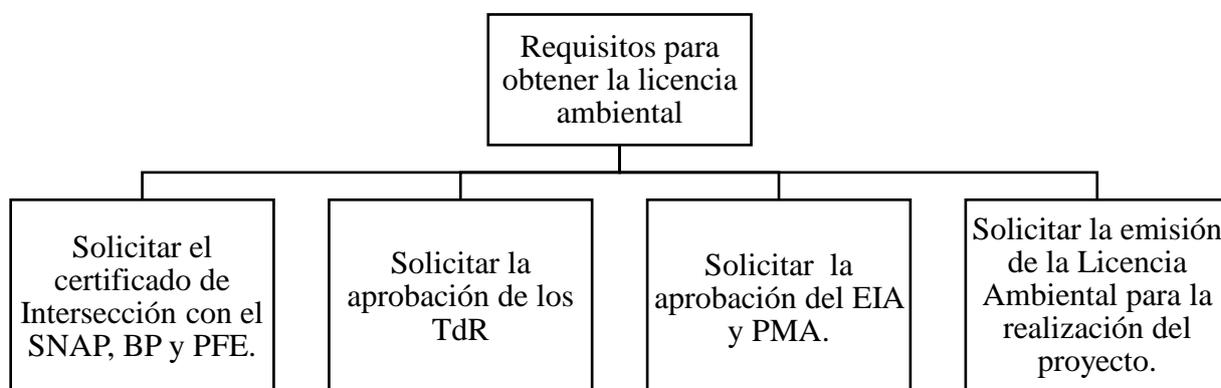


Figura 0.25 Requisitos para obtener la Licencia Ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.9.2 Autorización de la SENAGUA

Creada en el 2008 a través del Decreto Ejecutivo 1088 tiene por objetivo de dirigir y administrar los recursos hídricos del territorio nacional de una forma integrada y sustentable a través de normas, políticas y gestión que permitan utilizar el agua de manera eficiente.

Luego de revisar los estudios e informes técnicos SENAGUA emite la resolución respectiva de acuerdo a las diferentes solicitudes que se le es entregado para el uso y aprovechamiento del agua.

### **2.9.3 Autorización del uso del suelo**

Como se mencionó en el primer capítulo en el Art. 55 del Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización unas de las competencias exclusivas que tiene el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal del Cantón Gualaceo es:

- a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural, en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad;
- b) Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.
- c) Planificar, construir y mantener la vialidad urbana (Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización , 2010).

De acuerdo a este criterio para obtener el permiso el concejo municipal tiene que implementar una ordenanza para el uso y ocupación del suelo.

En el Art. 57 del COOTAD una de las Atribuciones del concejo municipal es, El ejercicio de la facultad normativa en las materias de competencia del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, mediante la expedición de ordenanzas cantonales, acuerdos y resoluciones (Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización , 2010).

### **2.9.4 Autorización para instalación y operación de plantas**

Art. 45.- Autorización para instalación y operación de plantas. - El Ministerio Sectorial podrá autorizar la instalación y operación de plantas de beneficio, fundición o refinación a cualquier persona natural o jurídica, nacional o extranjera, pública, mixta o privada, comunitarias y de auto gestión, que lo solicite de conformidad con lo establecido en la presente ley y su reglamento general. No será requisito ser titular de una concesión minera para presentar dicha solicitud. Las personas naturales o jurídicas que soliciten autorización de instalación y operación de plantas de beneficio, fundición o refinación, deberán contar con la respectiva licencia ambiental, incluso si fuesen concesionarios (Ley de Minería, 2009).

Art. 48.- Derechos y obligaciones. - Los titulares de plantas de beneficio, fundición y refinación gozan de los derechos a que se refiere el Título III Capítulos I y II, y están sujetos al cumplimiento de las obligaciones establecidas en el Título IV de esta ley en lo que les fuere aplicable (Ley de Minería, 2009).

Título III Derechos de los titulares de concesiones mineras. Capítulo I. De los derechos en General.

- a) **Art. 58.-** Continuidad de los trabajos.
- b) **Art. 59.-** Construcciones e instalaciones complementarias.
- c) **Art. 60.-** Aprovechamiento del agua y constitución de servidumbres.
- d) **Art. 61.-** Autorización para el aprovechamiento del agua.

Título III Derechos de los titulares de concesiones mineras. Capítulo II. De la internación, del amparo administrativo, de las invasiones en áreas mineras y oposiciones.

- a) **Art. 62.-** Denuncia de internación.
- b) **Art. 63.-** Amparo Administrativo.
- c) **Art. 64.-** Orden de abandono y desalojo.
- d) **Art. 65.-** Sanción a invasores de áreas mineras.
- e) **Art. 66.-** Formulación de oposiciones.

Título IV De las obligaciones de los titulares mineros Capítulo I de las obligaciones en general.

- a) **Art. 67.-** Obligaciones laborales.
- b) **Art. 68.-** Seguridad e higiene minera-industrial.
- c) **Art. 69.-** Prohibición de trabajo infantil.
- d) **Art. 70.-** Resarcimiento de daños y perjuicios.
- e) **Art. 71.-** Conservación de hitos demarcatorios.
- f) **Art. 72.-** Alteración de hitos demarcatorios.
- g) **Art. 73.-** Mantenimiento y acceso a registros.
- h) **Art. 74.-** Inspección de instalaciones.
- i) **Art. 75.-** Empleo de personal nacional.
- j) **Art. 76.-** Capacitación de personal.
- k) **Art. 77.-** Apoyo al empleo local y formación de técnicos y profesionales.

Título IV De las obligaciones de los titulares mineros Capítulo II de la preservación del medio ambiente.

- a) **Art. 78.-** Estudios de impacto ambiental y Auditorías Ambientales.
- b) **Art. 80.-** Revegetación y Reforestación.
- c) **Art. 82.-** Conservación de la flora y fauna.
- d) **Art. 83.-** Manejo de desechos.
- e) **Art. 84.-** Protección del ecosistema.
- f) **Art. 85.-** Cierre de Operaciones Mineras.
- g) **Art. 86.-** Daños ambientales.

Título IV De las obligaciones de los titulares mineros Capítulo III de la gestión social y participación de la comunidad.

- a) **Art. 87.-** Derecho a la información, participación y consulta.
- b) **Art. 88.-** Procesos de Información.
- c) **Art. 89.-** Procesos de Participación y Consulta.
- d) **Art. 90.-** Procedimiento Especial de Consulta a los Pueblos.
- e) **Art. 91.-** Denuncias de Amenazas o Daños Sociales y Ambientales.

Título IV De las obligaciones de los titulares mineros Capítulo IV del pago de regalías.

- a) **Art. 92.-** Regalías a la Actividad Minera.

## **2.10 Análisis económico financiero**

Se realiza un análisis económico financiero con el fin de determinar los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto.

### **Inversión**

Para la implementación de la planta de trituración de áridos el municipio cuenta con la siguiente maquinaria que se puede ver en la Tabla 2.19 y adicional a esto cuenta con un sitio disponible para la ubicación de la planta.

Tabla 0.19 Inversión.

Unidades	Tipo de equipo	Valorados en (\$ US)
1	Excavadora	100000.00
1	Cargadora	83000.00
1	Volquete capacidad (12 m <sup>3</sup> )	90000.00
1	Terreno	110000.00
		<b>383000.00 \$</b>

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, además de esta inversión se necesita un capital de trabajo, es decir demás recursos que requiere el proyecto para poder operar:

Tabla 0.20 Capital de trabajo.

Descripción	Precio total (\$ US)
Planta de trituración (Instalada)	700000.00
Estudio eléctrico	25000.00
Obra civil	25000.00
Herramientas manuales (palas metálicas y barretas)	100.00
Instalación de internet	80.00
	<b>750180.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### Accesorios de Oficina.

Se toman en cuenta todos estos accesorios necesarios para el funcionamiento dentro de la oficina con precios existentes en el mercado.

Tabla 0.21 Capital de trabajo - Accesorios de Oficina.

Nº	Descripción	Precio unitario (\$ US)	Precio total (\$ US)
1	Computadora	600.00	600.00
1	Archivador	300.00	300.00
4	Sillas	20.00	80.00
1	Escritorio	300.00	300.00
			<b>1280.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Señal ética o señales de seguridad

En nuestro caso tomamos como capital de trabajo adicional las señales de seguridad ya que es indispensable que un proyecto cuente con todas estas señales de seguridad, evitando así inconvenientes que puedan parar la producción por no cumplir con las normas mínimas.

Tabla 0.22 Capital de trabajo - Señales de Seguridad.

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio unitario (\$ US)</b>	<b>Precio total (\$ US)</b>
1	No peatones	124.00	124.00
1	Velocidad máxima 10km/h	124.00	124.00
1	Entrada y salida de volquetas	124.00	124.00
1	¡ Peligro! maquinaria pesada en movimiento	124.00	124.00
1	Botiquín	124.00	124.00
1	Extintor	352.00	352.00
1	Letrero de Oficina	124.00	124.00
1	Uso obligatorio de equipo de protección	124.00	124.00
			<b>1220.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Implementos de Seguridad y salud ocupacional.

Por último, consideramos los implementos de seguridad ocupacional, como se sabe es de uso obligatorio dentro de una empresa para evitar accidentes laborales, de esta manera se toman todos los gastos referentes al capital de trabajo con valores de cada objeto con precios que existen en el mercado.

Tabla 0.23 Implementos de Seguridad y salud ocupacional.

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio unitario (\$ US)</b>	<b>Precio total (\$ US)</b>
5	Cascos	13.00	65.00
5	Chalecos reflectivos	2.50	12.50
10	Mascarillas	1.00	10.00
5	Orejeras	25.00	125.00
5	Guantes	6.00	30.00
			<b>242.50</b>

Fuente: Elaboración propia

## Inflación.

La inflación juega un papel esencial en el valor de los bienes y servicios que de una u otra manera puede afectar la economía de un país por esta razón se investigó la variación mensual

de la inflación del año 2018 puesto que para el año 2019 hasta la fecha el Banco Central solo reporta hasta el mes de septiembre, de acuerdo a esta información se obtuvo una media de 0.02% este valor nos ayudará para realizar los cálculos de forma mensual.

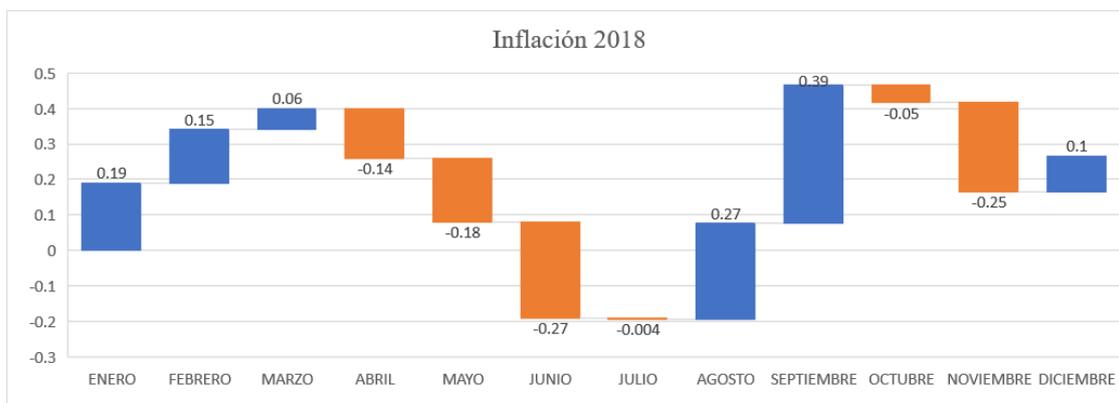


Figura 0.26 Niveles de inflación mensual del 2018.

Fuente: Elaboración propia

### Ventas proyectadas

Si se sabe que el municipio no percibe ganancias se fija un costo de producción (cp) de 5 dólares por metro cúbico de material producido con el fin de determinar la viabilidad del proyecto y observar la variación de los precios de forma mensual se incluye la media de la inflación de 0.02%.

Tabla 0.24 Ventas proyectadas para un año.

Año	Capacidad (m <sup>3</sup> /h)	cp	Horas laborables al mes	Total ventas al mes (\$ US)
Enero	10.39	5	170	8831.50
Febrero	10.39	5.001	170	8833.27
Marzo	10.39	5.002	170	8835.03
Abril	10.39	5.003	170	8836.80
Mayo	10.39	5.004	170	8838.57
Junio	10.39	5.005	170	8840.34
Julio	10.39	5.006	170	8842.10
Agosto	10.39	5.007	170	8843.87
Septiembre	10.39	5.008	170	8845.64
Octubre	10.39	5.009	170	8847.41
Noviembre	10.39	5.010	170	8849.18
Diciembre	10.39	5.011	170	8850.95

Fuente: Elaboración propia.

Salario del personal de la planta de tratamiento de áridos.

Se tomó en cuenta todo el personal que afecta de forma directa el funcionamiento de la planta de tratamiento de áridos.

Tabla 0.25 Salario mensual y anual del personal de la planta.

<b>Actividad del trabajador</b>	<b>Nº</b>	<b>Sueldo mensual (\$ US)</b>
Operador de excavadora	1	900
Operador de Cargadora	1	900
Conductor de volquete	1	700
Operador de planta	1	600
Jefe de Planta	1	800
	<b>Total mensual (\$ US)</b>	<b>3900</b>
	<b>Total anual (\$ US)</b>	<b>46800</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gastos por combustible y energía.

Para aproximar a la realidad el consumo mensual de los combustibles de los equipos tanto de arranque, carga y transporte (Bermeo, 2017) en su tesis de Planificación minera incluye un valor de ajuste adimensional para calcular el consumo del diésel por galón en cada mes.

Entonces se tienen las siguientes fórmulas:

$$\text{Factor de ajuste} = \frac{\text{Horas laborables al mes}}{\text{Tiempo en horas de llenado del tanque}}, \text{adimensional}$$

$$\text{Consumo mensual de diésel} = \text{factor de ajuste} * \text{capacidad del tanque} * \text{numero de equipments} \left(\frac{\text{gal}}{\text{mes}}\right)$$

Para determinar el precio se suman los consumos de cada equipo y se multiplica por el valor que tiene cada galón de diésel en este caso tomando como referencia el “Diésel Premium Petrolero” es de 2.16 \$ actualizado en el 2019 por Petroecuador. Para la planta al tener como dato la potencia de 284.9 KW/h, se multiplica por las horas laborables al mes y por el costo de cada KW es decir por 0.15 ctvs.

Tabla 0.26 Gastos por consumo mensual y anual de combustible y energía

Consumo de diésel mensual			Consumo de energía mensual de la Planta		
	Excavadora	Cargadora	Volquete	Número de equipos	1
Número de equipos	1	1	1	Consumo de energía KW/h	284.9
Llenado de diésel cada № de día	1	1	1	Horas laborables al mes	170
Factor de ajuste	21.25	21.25	21.25	Costo por KW	0.15
Capacidad del tanque de combustible (gal)	105	47	103	Consumo de KW al mes	48433
Consumo mensual de diésel (gal/mes)	2231.25	998.75	2188.75	<b>Costo mensual (\$ US)</b>	<b>7264.95</b>
	<b>Total (gal/mes)</b>	5418.75		<b>Costo anual (\$ US)</b>	<b>87179.4</b>
	<b>Precio de diésel (\$ US)</b>	2.16			
	<b>Costo mensual (\$ US)</b>	<b>11704.5</b>			
	<b>Costo anual (\$ US)</b>	<b>140454</b>			
	<b>Costo anual de combustible y energía (\$ US)</b>			<b>227633.40</b>	

Fuente: Elaboración propia.

#### Depreciación.

Para la depreciación se utilizó el método lineal, que consiste en dividir el valor del bien respecto a la vida útil del equipo que es de 10 años obteniendo así la depreciación anual de cada equipo, para nuestro proyecto ese resultado dividimos para 12 meses para determinar el valor de la depreciación mensual.

Tabla 0.27 Depreciación de los activos mensual y anual.

<b>Activos</b>	<b>Costo total (\$ US)</b>	<b>Vida útil en años</b>	<b>Depreciación Anual</b>	<b>Depreciación Mensual</b>
Excavadora	100000.00	10	10000	833.33
Cargadora	83000.00	10	8300	691.67
Volquete (12m <sup>3</sup> )	90000.00	10	9000	750
Planta de Trituración	700000.00	10	70000	5833.33
		<b>Total (\$ US)</b>	<b>97300</b>	<b>8108.33</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gastos que produce el mantenimiento de estos equipos.

Para saber el costo de mantenimiento de una planta procesadora de áridos se basó en la opinión de varios jefes de plantas que dan mantenimiento a plantas similares, para determinar el costo de mantener en buen estado y en funcionamiento los equipos como lo es la excavadora, la excavadora y el volquete nos basamos en la consulta al personal mecánico que posee el municipio que son los encargados de dar el debido manteniendo a estos equipos.

Excavadora hidráulica

Características

- Marca KOMATSU.
- Potencia bruta 116 KW. 155Hp o 2000rpm.
- Modelo PC200LC-8.
- Capacidad de cucharón 1m<sup>3</sup>.
- Bajo consumo de combustible.
- Motor con bajas emisiones al medio ambiente.
- Bajo ruido de operación.
- Fácil mantenimiento.

Tabla 0.28 Gasto mensual y anual por mantenimiento de Excavadora.

Descripción	Período (h)	Precio (\$ US)	Total(170h)
Cambio de aceite de Dámper	250	90	61.2
Cambio de aceite del motor	250	150	102
Filtro de aceite del motor	250	60	40.8
Dos filtros de combustible	250	130	88.4
Filtro de aire (kit interior y exterior)	250	174	118.32
Cambio de aceite motor de giro	1000	120	20.40
Cambio de aceite de los mandos finales	1500	135	15.3
Cambio de aceite sistema hidráulico	1500	360	40.8
Tren de rodaje	10000	15000	255
Aceite del tren de rodaje	2000	102	8.67
		<b>Total mensual (\$ US)</b>	<b>750.89</b>
		<b>Total anual (\$ US)</b>	<b>9010.68</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cargadora frontal.

Características

- Marca KOMATSU.
- Modelo WA250-5.
- Capacidad 4m<sup>3</sup>.
- Mantenimiento sencillo y rápido de larga vida útil.
- Su chasis, ejes delantero y trasero, motor, transmisión, sistema hidráulico, son componentes originales.
- Cumple con la regulación de emisiones al medio ambiente.
- Genera un ruido en el exterior 106 dB.
- Potencia 135 Hp.

Tabla 0.29 Gasto mensual y anual por mantenimiento de Cargadora.

Descripción	Periodo (h)	Precio (\$ US)	Total(170h)
Cambio de aceite	250	54.6	37.13
Filtros de aire	500	200	68.00
Filtro de aceite de motor	250	40	27.2
Filtro de combustible	250	24.2	16.46
Cambio de aceite de transferencia	1000	52	8.84
Filtro de transferencia	1000	100	17.00
Neumáticos	3000	10000	566.67
Aceite hidráulico	2000	200	17.00
Engrasado	80	50	106.25
		<b>Costo mensual (\$ US)</b>	<b>864.54</b>
		<b>Costo anual (\$ US)</b>	<b>10374.49</b>

Fuente: Elaboración propia.

Volquete con capacidad 12m<sup>3</sup>.

#### Características

- Marca HINO.
- Serie Fs700, modelo 6x4.
- Capacidad de 12m<sup>3</sup>.
- Regulación de emisiones al medio ambiente Euro 3.
- Motor turbo diésel Intercooler.
- Mantenimiento rápido.
- Cuenta con frenos de aire, barras estabilizadoras sistema de frenos ABS.
- Potencia 480HP o 1800 rpm.
- Transmisión manual.

Tabla 0.30 Gasto mensual y anual por mantenimiento de Volquete.

<b>Descripción</b>	<b>Periodo (h)</b>	<b>Precio (\$ US)</b>	<b>Total(170h)</b>
Cambio de aceite de motor	200	90	76.50
Cambio de filtro de aceite	200	93	79.05
Dos filtros de combustible	200	86	73.10
Dos filtros de aire	200	183	155.55
Cambio de aceite caja y corona	1000	35	5.95
Cambio de aceite de las caras posterior e inferior	1000	96	16.32
Cambio de llantas	2000	6500	552.50
Mantenimiento de balde	2000	400	34.00
	<b>Costo mensual (\$ US)</b>		<b>992.97</b>
	<b>Costo anual (\$ US)</b>		<b>11915.64</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### Planta de trituración móvil.

Por el volumen pequeño a producir se ha hecho el cálculo con una planta de trituración móvil mediana de la marca KEFID de origen chino de acuerdo a los criterios de personas expertas en plantas de trituración esta marca es muy recomendada por los convenios que mantiene el gobierno con China que resulta fácil su importación.

Tabla 0.31 Gasto mensual y anual por mantenimiento de la Planta de trituración móvil.

<b>Descripción</b>	<b>Período (h)</b>	<b>Precio (\$ US)</b>	<b>Total(170h)</b>
Cambio de mandíbulas de trituradora primaria	3000	3100	175.67
Cambio de rodillos	3000	2800	158.67
Cambio de mallas clasificadoras	3000	2000	113.33
Cambio de aceite trituradora secundaria	2000	1800	153.00
Cambio de bandas transportadoras	7000	2000	48.57
Engrase	40	10	42.50
	<b>Costo mensual (\$ US)</b>		<b>691.74</b>
	<b>Costo anual (\$ US)</b>		<b>8300.86</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### Resumen de mantenimiento

En la siguiente tabla 2.32 se puede observar un resumen de todos los gastos que generar dar mantenimiento a la maquinaria y la planta de trituración móvil.

Tabla 0.32 Resumen de los gastos por mantenimiento y repuestos al mes y al año.

<b>Nº</b>	<b>Equipo</b>	<b>Total al mes (\$ US)</b>
1	Excavadora	750.89
1	Cargadora	864.54
1	Volquete (12m3)	992.97
1	Planta de Trituración	691.74
	<b>Costo mensual (\$ US)</b>	<b>3300.14</b>
	<b>Costo anual (\$ US)</b>	<b>39599.63</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Flujo efectivo

Tabla 0.33 Flujo efectivo para un año.

<b>INGRESO DE EFECTIVO</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
Ventas	8831.50	8833.27	8835.03	8836.80	8838.57	8840.34	8842.10	8843.87	8845.64	8847.41	8849.18	8850.95
<b>EGRESO DE EFECTIVO</b>												
Sueldo a trabajadores	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900
Consumo de diésel	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5
Consumo de energía	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95
Mantenimiento y repuestos	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96
Depreciación	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33
Costos no Operacionales	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33
<b>A favor del municipio</b>	<b>-26029.57</b>	<b>-26027.81</b>	<b>-26026.04</b>	<b>-26024.27</b>	<b>-26022.51</b>	<b>-26020.74</b>	<b>-26018.97</b>	<b>-26017.20</b>	<b>-26015.43</b>	<b>-26013.66</b>	<b>-26011.89</b>	<b>-26010.12</b>

Fuente: Elaboración propia.

- Consideramos a todas las ventas proyectadas como ingresos.
- A los egresos a todos los gastos que se generen para poner en marcha el proyecto.
- Gastos no operacionales hace referencia a la salida de dinero de manera inesperada que no están incluidas en la operación del proyecto, ejemplo sanciones, multas, incendios etc.

## 2.11 Evaluación económica

Se determinó la viabilidad de este proyecto de acuerdo al material demandado durante la administración 20014-2019 y de acuerdo a la materia prima disponible en los dos proyectos ya mencionados.

La evaluación económica es lo último que se realiza para determinar la viabilidad, para la toma de decisiones se hace mediante los criterios de dos métodos que toma en cuenta el tiempo como es el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

### 2.11.1 Evaluación económica de acuerdo al material demandado

El flujo efectivo se realizó de forma mensual para un año determinado en función del material demandado por parte del GAD de Gualaceo, es decir los 21193.65 m<sup>3</sup>/año que se utilizó para mantenimiento de vías y ayuda comunitaria se divide para 12 meses para obtener la demanda mensual de 1766.12m<sup>3</sup>/mes y para obtener la demanda de material por hora se realizó la siguiente fórmula:

$$\text{Demanda de material por hora} = \frac{\text{Demanda mensual}}{\text{Horas laborables al mes}} 10.39 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Como se pudo observar en la Tabla 2.33 los flujos efectivos de cada mes tienen valores negativos esto significa que los egresos son mayores a los ingresos y por lo tanto no hay la necesidad de realizar el análisis del VAN y la TIR, dicho de otra manera, el proyecto no es viable ya que vamos a tener pérdidas desde el primer mes.

### 2.11.2 Evaluación económica de acuerdo a la materia prima disponible

Para el cálculo de acuerdo a la materia prima disponible se consideran las mismas variables con las que se determinó la viabilidad según el material demandado para este caso a diferencia del anterior cambia la producción por m<sup>3</sup>/h.

El material que se encuentra en Libre Aprovechamiento se pretende extraer 17.16m<sup>3</sup>/h en un plazo de dos años y el material de río producto del desazolve se pretende extraer 14.33m<sup>3</sup>/h de forma anual. Con el fin de determinar si es viable la implementación de la planta de acuerdo al material disponible en los dos proyectos se realizó un flujo efectivo para un año con la suma de los dos valores de 31.49m<sup>3</sup>/h, como resultado nuevamente se obtuvieron valores negativos en los flujos de cada mes ver (Anexo 4), por lo cual tampoco hay la necesidad de realizar el análisis del VAN y la TIR, quedando evidencia que tampoco es viable si se sigue este camino

ya que de esta manera también se obtienen pérdidas desde el primer mes y no genera beneficios para el inversionista en este caso para el GAD de Gualaceo, en el (Anexo 5), se puede observar la proyección de la ventas en un año.

### **2.12 Análisis socio económico**

Una vez que se determinó que no es viable el proyecto no hubo la necesidad de realizar un análisis socio económico ya que el fin que tenía este análisis era visualizar la calidad de vida de las personas del centro poblado Bullcay del Carmen perteneciente a la parroquia Gualaceo donde se pretendía instalar la planta y analizar de qué manera podría haber contribuido el proyecto para mejorar estas condiciones.

## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Considerando que la viabilidad de implementación de la planta se descartó por asuntos financieros, se realizó un análisis de diferentes alternativas con el fin de que una de ellas pueda proveer de áridos al Gobierno Autónomo Descentralizado de Gualaceo de forma continua para la ejecución de obras civiles y mantenimiento de vías de la zona urbana que le compete, al final para determinar cuál fue la mejor alternativa se desarrolló un cuadro comparativo y se eligió la más adecuada.

#### 3.1 Primera alternativa (CONVENIO)

##### **Mantener el convenio**

Dentro de la primera alternativa está en mantener el convenio entre el municipio de Gualaceo y el municipio de Cuenca.

De acuerdo al Art. 280 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) entendemos como convenio a la gestión compartida entre los diversos gobiernos autónomos descentralizados.- Para ejecutar obras públicas que permitan dar cumplimiento a competencias y gestiones concurrentes, dos o más gobiernos autónomos descentralizados del mismo o de distinto nivel de gobierno podrán celebrar convenios de cogestión de obras (Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización, 2010).

Una batimetría se refiere al levantamiento topográfico del relieve de superficies del terreno cubierto por el agua, sea este el fondo del mar o el fondo de los lechos de los ríos, ciénagas, humedales, lagos, embalses, etc. es decir, la cartografía de los fondos de los diferentes cuerpos de agua (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2014).

Se puede resumir el convenio de la siguiente manera

1. El desazolve del río en los tramos A, B y C, conforme a parámetros técnicos establecidos en el “Informe Técnico Batimetría sobre el Río Santa Bárbara”; se ejecutará con maquinaria del GAD Municipal de Cuenca (1 retroexcavadora, 1 cargadora y 4 volquetes de 14 m<sup>3</sup> de capacidad), revisando periódicamente los niveles y la gradiente aprobada.

2. El GAD Municipal de Gualaceo, entregara al GAD Municipal de Cuenca un volumen 32.485,7 m<sup>3</sup>. de material desazolvado, conforme diseño planteado en el “Informe Técnico Batimetría sobre el Río Santa Bárbara”.
3. El GAD Municipal de Cuenca, entregará al GAD Municipal de Gualaceo, un volumen de 1.107, 57 m<sup>3</sup>. de asfalto, conforme análisis de precios.

Tabla 0.1 Análisis de costos del proyecto desazolve.

<b>VOLUMEN m<sup>3</sup></b>		32,485.70		
<b>RUBROS</b>				
	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>COSTO (\$ US)</b>		
Costo de extracción/ cribado/ transporte	6.55	212,781.34		
Costo de trituración	5.27	85,599.82		
<b>Costo total (\$ US)</b>	<b>11.82</b>	<b>298,381.15</b>		
<b>Material</b>	<b>Piedra para trituración</b>	<b>Grava</b>	<b>Arena</b>	<b>Total</b>
<b>Volumen m<sup>3</sup></b>	16,242.85	9,745.71	6,497.14	32,485.70
<b>Extracción</b>	0.50	0.30	0.20	
<b>Triturado m<sup>3</sup></b>	14,618.57	8,771.14	5,847.43	
<b>Costo</b>	11.82	6.55	6.55	
<b>Valor</b>	172,791.44	57,450.96	38,300.64	268,543.04
<b>Mercado</b>	13.00	12.00	13.00	
<b>Valor</b>	190,041.35	116,948.52	84,462.82	391,452.69
<b>Diferencia</b>	17,249.91	59,497.56	46,162.18	122,909.65
<b>Entrega de asfalto</b>				
	Precio por m <sup>3</sup> (\$ US)	Cantidad a entregar m <sup>3</sup> asfalto		
	<b>105.00</b>	<b>1,170.57</b>		

Fuente: Informe Técnico Batimetría sobre el Río Santa Bárbara.

### Ventajas

- No se utiliza recursos del municipio en el desazolve.
- Se cumple el objetivo de limpieza del río.
- Se tiene asfalto de forma anual.
- El km de vías asfaltadas aumenta.

### **Desventajas**

- Gastos en sueldos de inspectores.
- Gastos en compra y transporte de material de base y sub base antes de colocar la carpeta asfáltica.
- Se utiliza maquinaria del municipio para el transporte y tendido de asfalto.
- La cantidad de material depende del arrastre y depósito de los mismos.
- Actualizar el convenio.

### **3.2 Segunda alternativa (MANCOMUNIDAD)**

#### **Conformar una mancomunidad.**

Conformar una mancomunidad entre Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales para el proyecto de implementación de una planta de tratamiento de áridos que beneficie el sistema vial y se puedan proveer de áridos para ayuda comunitaria.

En el artículo 287 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) nos indica el procedimiento de conformación de mancomunidades.

Para la conformación de una mancomunidad se cumplirá el siguiente procedimiento:

1. La resolución de cada uno de los órganos legislativos de los gobiernos autónomos descentralizados integrantes, mediante la cual se aprueba la creación de la mancomunidad.
2. La suscripción del convenio de mancomunidad acordado por los gobiernos autónomos descentralizados, por parte de los representantes legales de cada uno. El convenio de la mancomunidad deberá contener por lo menos los siguientes elementos: denominación de la mancomunidad, identificación de los gobiernos autónomos descentralizados que la integran, su objeto o finalidad específica, el plazo de la misma y los recursos que aporte cada miembro y que constituirán su patrimonio.
3. La publicación del convenio y de las resoluciones habilitantes de cada gobierno autónomo descentralizado en el Registro Oficial.
4. La inscripción de la conformación de la mancomunidad en el Consejo Nacional de Competencias, quien será responsable de evaluar la ejecución del cumplimiento de las competencias mancomunadas.

En la evaluación económica se determinó que no es viable la implantación de una planta de tratamiento de áridos para el municipio del cantón Gualaceo esto se debe a que el volumen a producir es muy pequeño por lo cual se busca una alternativa para proveer de áridos para el mantenimiento de vías de la zona urbana por esta razón se cree la conveniencia en conformar una mancomunidad entre los cantones más cercanos al cantón Gualaceo, en el artículo 55 numeral 3 del (COOTAD). Una de las competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal es planificar, construir y mantener la vialidad urbana.

#### Evaluación económica

Como se pudo observar en el flujo efectivo mensual para un solo municipio no es viable implementar una planta de trituración ya que la inversión inicial es sumamente alta y exagerada así se dispongan de recursos como la maquinaria y el terreno esto se debe a que el volumen a producir es muy pequeño. Por esta razón se realiza la evaluación económica para determinar la rentabilidad de una mancomunidad utilizando las mismas variables que se utilizó para determinar la viabilidad para el municipio de Gualaceo, ahora de manera anual para el cálculo se utilizó lo siguiente; una inversión inicial de 752922.50 \$ una inflación de 1.6%, un incremento del R.B.U de 2.24%, una tasa de descuento del 17 % anual y Costos no operacionales de 7000\$ anual en el (Anexo 6), se puede ver como se sacaron estos datos, el flujo efectivo se proyectó para 10 años que es la vida útil de la planta.

Se considera una capacidad instalada de la planta de 60 m<sup>3</sup>/h, es decir con ese volumen la planta estaría trabajando a un rendimiento del 100%. En esta situación se considera tiempos perdidos del 10% en el mantenimiento de la planta y otros atrasos que pueda presentar la planta entonces para nuestro cálculo la planta operara al 90% es decir a 55 m<sup>3</sup>/h en el (Anexo 7), se ve la proyección de las ventas y en el (Anexo 8), el flujo efectivo.

Tabla 0.2 VAN y TIR conformando la mancomunidad.

<b>VAN</b>	\$26,172.84
<b>TIR</b>	18%

Fuente: Elaboración propia.

#### Interpretación de acuerdo a los criterios del VAN y de la TIR

En este caso se tiene un VAN positivo de 26,172.84\$ lo que significa que de esta manera el proyecto de implementación de una planta se vuelve viable, también se consiguió una TIR mayor a la tasa de descuento del 17% es decir vamos a tener una rentabilidad del 18% esto se

debe a que en el cálculo se planteó el mismo escenario y se consideró las mismas variables con la que se determinó la viabilidad del proyecto para el municipio de Gualaceo con la diferencia que ahora se tomaron los datos de forma anual, adicional se vuelve rentable por que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales no pagan impuesto a la renta como se pudo observar obtienen su utilidad pero ya que solo es un informativo para el SRI (Servicio de Rentas Internas) esta utilidad no es distribuida a los trabajadores asimismo estamos considerando que la planta operaria a un 90% de su capacidad y que la materia prima necesaria para que la planta pueda operar disponga cada municipio y no se tenga que comprar.

Al ser una mancomunidad se necesitaría un estudio más a detalle de la demanda real que tiene cada municipio para llegar a un acuerdo que beneficie a todas las partes, algunas variables como el personal, la maquinaria, la ubicación de la planta, aporte de materia prima y los costos que conlleven a implementar la planta según el caso podrían hacer que no sea viable el proyecto.

### **Ventajas**

- Se puede lograr el proyecto.
- Reducción de costos de implantación.
- Reducción de trámites.
- Promueve el desarrollo de forma conjunta.
- Mejora los servicios a mediano plazo.
- Entra de forma directa en el presupuesto municipal.

### **Desventajas**

- Desacuerdos.
- No dispongan de medios y recursos necesarios.
- No tener una buena relación entre representantes de los municipios.
- Esta idea no puede ser aceptada por los ciudadanos.

### **3.3 Tercera alternativa (COMPRA DE MATERIALES)**

**Mantener el mismo sistema que viene manejando el municipio para la provisión de áridos a través de compras o subastas.**

Cada obra y proyecto entra en el presupuesto municipal que se hace al final de cada año por parte de las autoridades, un porcentaje de ese dinero proviene del estado y el resto se recauda a través de los impuestos municipales.

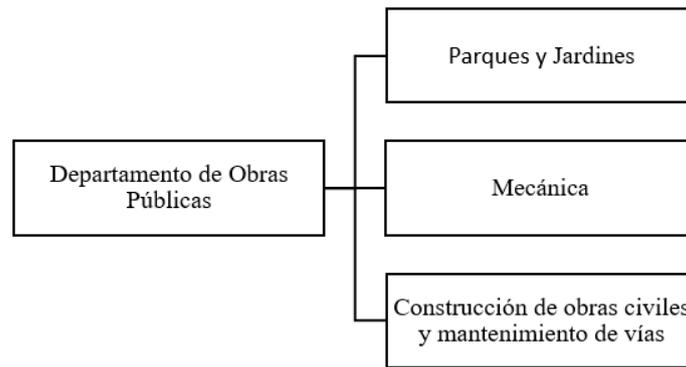


Figura 0.1 Áreas que le compete al Departamento de Obras Públicas.

Fuente: Elaboración propia.

El departamento de obras públicas a través de un plan vial determina las obras prioritarias para atender la población y mejorar las vías sin dejar a lado otros proyectos que le compete a este departamento por esta razón la tercera alternativa es:

Continuar con el mismo sistema

### **Ventajas**

- No se sale del presupuesto en la compra de material.
- El municipio no se endeuda.
- Cumple con obras para el cantón.

### **Desventajas**

- Se limita en el mantenimiento de vías.
- Deterioro total de las vías en algunos sectores.
- Malestar de las personas por mal estado de vías.
- El nivel de riesgo a sufrir accidentes de tránsito sube.
- Costo de transporte público aumenta por tomar vías alternas para llegar al destino.
- El deterioro de las vías frena el desarrollo.

### **3.4 Cuarta alternativa (BUSCAR MATERIALES)**

**Buscar materiales que puedan ser aplicados de forma directa en obras de mantenimiento de vías.**

Destinar recursos en la búsqueda de depósitos no consolidados que por sus características no necesite procesamiento previo a su utilización y que se pueda aplicar de forma directa desde el sitio de excavación hasta la obra.

Hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Para garantizar que el entorno natural se conserve intacto y no se altere en el trayecto de la búsqueda de materiales el municipio deberá contar con los servicios de profesionales como Geólogos e Ingeniero de Minas expertos en exploración minera.
- Realizar los ensayos necesarios para determinar la calidad del material en laboratorios certificados.
- Con el fin que no exista temor por parte de la población por las actividades mineras futuras que se puedan realizar, el municipio deberá concientizar a las personas que la actividad minera es de manera temporal y que el material que se pretende explotar se hallan en zonas específicas del cantón Gualaceo.

De acuerdo al PODT del cantón Gualaceo las formaciones geológicas que predominan son la Formación Saraguro (Os) volcánicos poco diferenciados y la formación Unidad Maguazo caracterizadas por la presencia de material piro clástico de composición acida propiedades principales para el material de lastre.

Formación Saraguro (os) volcánicos poco diferenciados

Descripción geológica: se ha definido como grupo Saraguro a diversos depósitos volcánicos terciarios en la parte Central y Sur del Ecuador (Baldock, 1982). En la cartografía geológica de la ex DGGM no ha sido considerada esta formación ni su posición estratigráfica en relación a la cuenca sedimentaria de Cuenca. Estudios posteriores indican que facies volcano-sedimentarias similares a las de la FM Saraguro están recubiertas en discordancia por las formaciones Biblián y Loyola y afloran particularmente en el borde oriental de la cuenca sedimentaria de Cuenca (Noblet et al. 1988). Laven et al. (1992), en base a varias dataciones encontraron un rango de edad entre 35.2 a 26.8 Mi (Oligoceno). Con estas evidencias se confirma la existencia de la FM. Saraguro como basamento discordante a la cuenca neógena de Cuenca y su incidencia en los bordes de la misma. Sin embargo, no es criterio suficiente para definir bajo este nombre al extenso manto volcánico no deformado que aflora en altura, en los bordes de la cuenca. Estos depósitos que originalmente fueron considerados como FM. Tarqui del Pleistoceno. De ahí, que en los mapas-esquemas geológicos se los representa como volcánicos poco diferenciados. Serán necesarios estudios más detallados para definir las diferentes formaciones volcánicas (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Gualaceo, 2016).

## Unidad Maguazo

Descripción geológica: corresponde a la subdivisión superior, Meta volcánicos San Francisco, de la Serie de Paute de Bristow (1973). Esta clasificación original de las rocas metamórficas de bajo grado de la Serie Paute, ha sido revisada por Aspden y Litherthan (1992), quienes consideran que las mismas pertenecen a la Unidad Maguazo y Alao Paute como parte del Terreno Alao. Los horizontes muy fracturados y muy foliados presentan sistemas numerosos y caóticos de manera que permiten considerar a este medio como homogéneo (material suelto). Los horizontes poco alterados a sanos, así como poco a medianamente fracturados, presentan juntas cerradas a abiertas entre 1mm y 5mm, rugosos, paredes duras y con escaso o sin relleno. En este horizonte juega un rol importante la orientación de las discontinuidades en relación a la orientación de los taludes (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Gualaceo, 2016).

### **Ventajas**

- No necesita un proceso de trituración.
- Se implementa de forma directa en la obra.
- No se compraría material.

### **Desventajas**

- Contratación de profesionales para la búsqueda de materiales.
- Costos en ensayos para determinar la calidad.
- Poca durabilidad del material.
- Toma mucho tiempo en explorar una cierta área.
- Trámites demorosos para pedir concesiones.
- Mantenimiento constante de las vías con este material.
- La distancia del depósito hasta la zona urbana.
- Entra en el presupuesto como gasto.
- Accesibilidad al depósito.
- Impedimentos.

### **3.5 Selección de la mejor alternativa**

Se elaboró un cuadro comparativo de las alternativas con el fin de elegir la mejor, es decir la que le permita al Gobierno Autónomo Descentralizado de Gualaceo proveerse de áridos de manera regular y pueda dar el respectivo mantenimiento a las vías y sectores de la zona urbana

además prestar la ayuda a las comunidades en la entrega de áridos para cualquier obra que lo necesiten.

Se desarrolló con la misma herramienta que se utilizó para la selección del sitio se siguen los mismos criterios con la diferencia que se toman las conveniencias de cada alternativa para su respectivo análisis.

Los pasos a seguir para elaborar el cuadro comparativo con el método cualitativo son:

1. El peso asignado de acuerdo a la importancia de cada conveniencia es de 0 a 1.
2. La calificación tiene un rango de 1 a 10.
3. En la puntuación se multiplica el peso por la calificación.
4. Al final se suma la puntuación y se elige el valor máximo y esa es la mejor alternativa.

Descripción de los indicadores tomados en cuenta para la elegir la mejor alternativa

- Factores económicos: hace referencia los costos de suministros e insumos invertidos en el proyecto, tales como inversión inicial, mano de obra, combustibles, materias primas, maquinaria etc.
- Resultados a corto, mediano y largo plazo: son los resultados de los objetivos que se plantea cada proyecto y se pueden evidenciar en función del tiempo en días, meses y años.
- Eficiencia: se refiere a la capacidad del proyecto de cumplir sus metas planificadas utilizando la menor cantidad de recursos.
- Trámites legales: la cantidad de trámites que se tiene que gestionar y el tiempo que puede demorar en la resolución de cada uno de ellos.
- Aceptación de la población: se refiere a la aceptación y al apoyo que va a tener el proyecto por parte de los ciudadanos y demás autoridades.

Tabla 0.3 Cuadro comparativo de alternativas.

<b>Cuadro comparativo</b>					
		<b>Alternativas</b>			
		<b>Primera alternativa CONVENIO</b>		<b>Segunda alternativa MANCOMUNIDAD</b>	
<b>Conveniencias</b>	Peso asignado	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
<b>Factores económicos</b>	0.25	5	1.25	8	2
<b>Resultados a corto, mediano y largo plazo</b>	0.15	7	1.05	5	0.75
<b>Eficiencia</b>	0.20	3	0.60	8	1.6
<b>Trámites legales</b>	0.07	4	0.28	8	0.56
<b>Aceptación de la población</b>	0.33	5	1.65	7	2.31
<b>SUMA:</b>	1		4.83		<b>7.22</b>
		<b>Alternativas</b>			
		<b>Tercera alternativa COMPRA DE MATERIAL</b>		<b>Cuarta alternativa BUSCAR MATERIALES</b>	
<b>Indicadores</b>	Peso asignado	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
<b>Factores económicos</b>	0.25	6	1.5	6	1.5
<b>Resultados a corto, mediano y largo plazo</b>	0.15	7	1.05	3	0.45
<b>Eficiencia</b>	0.20	4	0.8	4	0.8
<b>Trámites legales</b>	0.07	5	0.35	3	0.21
<b>Aceptación de la población</b>	0.33	5	1.65	5	1.65
<b>SUMA:</b>	1		5.35		4.61

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a sus ventajas y desventajas de las cuatro alternativas y las conveniencias de cada una de ellas expuestas en cuadro comparativo nos da como mejor alternativa la numero 2 la conformación de la mancomunidad seguida de Alternativa 3, Alternativa 1 y la Alternativa 4.

#### **Análisis de las alternativas en función de sus ventajas.**

Con la conformación de una mancomunidad se pudiera lograr el proyecto, tanto el suministro de materia prima que alimentaría a la planta y los costos de implementación es decir la inversión inicial se dividirían para los miembros que la conformen, este tipo de acuerdos que promueven el desarrollo en conjunto hace que los trámites sean más cortos y la resolución sea en menor tiempo, además entra de forma directa en el presupuesto municipal, las obras que le competen al municipio como el mantenimiento de vías de la zona urbana se verán reflejadas a mediano plazo.

El municipio al manejarse con dineros del Estado incluye en el presupuesto la compra de material para la ejecución de obras civiles al mantener este sistema el municipio como tal no adquiere deudas y cumple con obras de todo tipo que beneficie al cantón Gualaceo como la construcción de puentes, la restauración de parques, construcción de veredas etc.

Para aprovechar los materiales pétreos que se acumulan en islotes en el río Santa Bárbara que provoca el desbordamiento del río en temporadas de invierno en el 2018 el municipio de Gualaceo firmó un convenio con el municipio de Cuenca teniendo como objetivo principal la limpieza del mismo, para la extracción y transporte del material el municipio de Gualaceo no utiliza sus recursos como es la maquinaria al contrario el municipio se beneficia al disponer de asfalto de forma anual que le sirve para el asfaltado de vías en la zona urbana de la misma manera el número de km de vías asfaltadas en el PDOT del cantón Gualaceo subiría.

Al existir un número considerable de vías que están en mal estado dentro de la zona urbana es necesario explorar el cantón en la búsqueda de depósitos que contengan materiales que no necesiten un proceso de trituración y que puedan ser aplicados de forma directa desde el sitio de la excavación hasta la obra y que sirvan para el mantenimiento de las vías lo que reduciría los costos para el municipio ya que no habría la necesidad de comprar el material.

#### **Análisis de las alternativas en función de sus desventajas.**

Un municipio al ser Autónomo es decir que puede autogobernarse y que trabaja por cuenta propia la idea de conformar una mancomunidad y de trabajar con otros municipios para cierta parte de la población y demás autoridades no puede ser bien aceptada lo que llevaría a tener discusiones entre personas que estén en contra o a favor, adicional a esto que no exista una buena relación entre representantes de cada municipio complicaría la ejecución del proyecto lo que llevaría a desacuerdos en cuanto al presupuesto, requisitos, disposición de medios y recursos necesarios para la puesta en marcha del proyecto.

Si sigue manteniendo el mismo sistema que se maneja el municipio de realizar el mantenimiento de vías a través de contratos y compra de material estaría limitándose en la ejecución de obras y empezaría a sectorizar puesto que se da atención solo a ciertos lugares provocando malestar en los habitantes de otros sectores por el mal estado de vías o por la destrucción total del sistema vial, incrementando así los costos de transporte público por los daños que se provocan a los vehículos o por tomar vías alternas para llegar a sus destinos, de la misma manera esas condiciones hace que sean más propensas a sufrir un accidente subiendo

el índice de accidentes de tránsito, de una u otra manera el mal estado de las vías no contribuyen al desarrollo.

Si bien con el convenio se va a disponer de asfalto este dependerá de la cantidad de material arrastrado y depositado en los islotes del río Santa Bárbara de forma anual, un gasto que se genera son los sueldos a inspectores que verifican que se cumpla lo establecido en el acuerdo como la secuencia y el tiempo de extracción del material, en el documento firmado en el 2018 en la cláusula quinta el municipio de Gualaceo se compromete a retirar la mezcla asfáltica de la planta de asfalto del municipio de Cuenca en esta etapa el municipio ya utiliza los recursos como la maquinaria para el traslado de material y la adecuación de la vía, el municipio como tal tendrá que comprar materiales como base y sub base antes de colocar la carpeta asfáltica generando más gastos, adicional a esto los trámites se tienen que actualizar al igual que el convenio.

Si se considera explorar la Geología en puntos específicos del cantón Gualaceo en la búsqueda de materiales que se pueda aplicar de forma directa en obras de mantenimiento vial, el municipio tiene que incluir en el presupuesto la contratación de un equipo de profesionales y los gastos que se puedan generar por los ensayos que se tengan que hacer en laboratorios certificados que determinen la calidad del material, los resultados se obtendrán a largo plazo por el tiempo que se tarda en explorar ciertas zonas, una vez que se dé con algún depósito que cumpla las características mínimas de material para aplicar como capa de rodadura se tendrá que tomar en cuenta la distancia hasta la zona urbana, la accesibilidad y los trámites legales como ambientales determinarán si hay algún impedimento, para concesionar el área todas estas resoluciones toman mucho tiempo, el material al tener muy poca durabilidad debido a sus características se necesita dar un mantenimiento constante ya que por la circulación de los vehículos y la erosión en épocas de lluvia los caminos que tienen este tipo de material se vuelven muy resbaladizos provocando accidentes de tránsito.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- En el estudio técnico se analizó todas las variables posibles que ayudaron a determinar la viabilidad, como la localización, las instalaciones, los recursos y la organización pero el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Gualaceo al ser una institución pública y al manejarse con presupuestos siempre está sujeto a controles a través de auditorías por esta razón se realizó un análisis económico financiero que va de la mano de la viabilidad técnica; entonces un proyecto técnicamente puede ser factible pero no siempre económicamente puede ser viable.
- Un plan de explotación se puede realizar en cualquier lugar si se dispone de todos los recursos, en este caso se planteó que posibilite la explotación de materiales para ser procesados.
- Se realizaron los análisis de costo de producción por metro cúbico y los gastos administrativos reales para el desarrollo del flujo efectivo de forma mensual obteniéndose valores negativos cada mes, por lo que no es factible que el Municipio se haga cargo de la instalación de la planta por la escasa demanda ya que no se obtendrán beneficios sino al contrario se obtendrían pérdidas desde el primer mes.
- Adicional se realizó dos flujos efectivos tomando las mismas variables con la que se determinó la viabilidad de acuerdo a la demanda que tuvo el Municipio de Gualaceo en el periodo 2014- 2019, el uno de forma mensual considerando el material disponible y el otro flujo efectivo conformando la mancomunidad para un tiempo de 10 años que es la vida útil de la planta. Se tomó los datos de forma anual, se consideró como ingresos a las ventas proyectadas y como egresos a todos los costos que conlleven a poner en marcha el proyecto.
- En minería o en cualquier otra industria el objetivo de la elaboración de un producto es conseguir el rendimiento máximo a un costo mínimo, en nuestro caso sucedió lo contrario aparte de generar pérdidas la planta estaría operando al 18% de su capacidad máxima, generando una serie de desventajas para el municipio al instalar la planta como son:

- a) La oportunidad para el Municipio de invertir en otros proyectos desaparece.
  - b) El mantenimiento de la planta incluye costos operativos y pérdidas por deterioro, robo, etc.
  - c) Una subutilización de la infraestructura.
- En cuanto a la materia prima que alimentaría a la planta hoy en día se encuentran de la siguiente manera; el material de río en la actualidad a través del convenio es entregado al Municipio de Cuenca, además presenta una desventaja que el volumen a extraer anualmente depende del arrastre y acumulación de los materiales y el material del Libre Aprovechamiento no cuenta con el permiso de la Subsecretaría del Agua (SENAGUA) y el Registro Ambiental.
  - Se realizó un análisis de evaluación de alternativas con el fin que el municipio tenga una opción con la que se pueda proveer de áridos. Para determinar la más apropiada, se elaboró un cuadro comparativo con las conveniencias más relevantes de cada alternativa, dando como resultado la mejor alternativa de conformar la mancomunidad siempre y cuando la planta trabaje a una capacidad del 90%.

## RECOMENDACIONES

- Tomando en cuenta que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Gualaceo para cada administración cuenta con un presupuesto limitado es recomendable que realice proyectos que le ayuden a determinar las ventajas y desventajas de estos antes de hacer una inversión.
- Se recomienda no poner en marcha este proyecto ya que su inversión es exageradamente alta y la cantidad de material no disponible para el funcionamiento de la planta hace que sobrepase las posibilidades particulares que tiene el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Gualaceo para la ejecución del proyecto.
- Considerando la importancia de mantener en buen estado las vías por parte del Municipio de Gualaceo se recomienda tomar en cuenta la segunda alternativa que consiste en conformar una mancomunidad entre tres o más municipios ya que se considera una producción alta con la que se pueda dar mantenimiento de manera regional además los costos de la inversión inicial serian divididos, por esta razón se sugiere a las autoridades del cantón Gualaceo trabajar más en fortalecer los lazos de amistad entre representantes de cada municipio que rodean al cantón Gualaceo con el fin de realizar un estudio más a detalle de esta alternativa donde se vean involucrados y beneficiados todos ellos, o a su vez se sugiere formar una asociación mixta con el sector privado para repartir el riesgo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asetec do Brazil. (enero de 2017). Planta Móvil de Trituración . Obtenido de Asetec do Brazil:  
<https://www.astecdobrasil.com/wp-content/uploads/2017/01/CMH3244-CMH2238-CM44SBS-38SBS-Espanhol-WEB.pdf>
- Astudillo, M. (2012). Fundamentos de economía. México: México.
- Barbudo, M. (2012). Aplicaciones de los áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición en la construcción de infraestructuras viarias. (Tesis doctoral). Universidad de Córdoba, España.
- Bermeo, E. (2017). Planeación Minera para el Diseño de explotación de la cantera de libre aprovechamiento de lastre "Cochapamba" código 10000164 del GAD Municipal del cantón Cuenca. (Tesis de Ingeniería en Minas). Universidad del Azuay, Ecuador.
- Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización . (19 de octubre de 2010). Presidencia de la República del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador: Asamblea Nacional.
- Crespo, S. (2010). Materiales De Construcción Para Edificación Y Obra Civil. España: Editorial Club Universitario.
- Dinero y Trabajo. (2019). Dinero y Trabajo. Obtenido de Flujo De Efectivo – ¿Qué Es El Flujo De Efectivo?: [https://dineroytrabajo.com/flujo-efectivo-que-es-flujo-efectivo/#Importancia\\_flujo\\_de\\_efectivo](https://dineroytrabajo.com/flujo-efectivo-que-es-flujo-efectivo/#Importancia_flujo_de_efectivo)
- Farinango, D. (2014). Análisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y pavimento flexible. (Tesis de Ingeniería Civil). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Garoía, A. (21 de junio de 2012). Scrib. Obtenido de Exploración y Explotación de Canteras (camino II): <https://es.scribd.com/doc/97850031/05-00-Explotacion-de-Canteras>
- Herrera, J. (2006). Métodos de minería a cielo abierto. Madrid: Madrid.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2014). Batimetrías. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/batimetrías>

- Labra, C., & López, L. (2016). Diseño de planta productora de áridos. (Tesis de Ingeniería Civil Industrial). Universidad de Talca, Chile.
- Ley de Minería. (29 de Enero de 2009). Presidencia de la República del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador: Asamblea Nacional.
- Libia, G. d. (2003). El concreto y otros materiales para la construcción. Colombia : Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- Metso. (2008). Manual de Trituración y Cribado Tercera edición.
- Ministerio de Minas y Energía - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (2013). Explotación y materiales de construcción (canteras y material de arrastre) primera edición . Colombia : Grafimpresos .
- Pilco, W., & Ruiz, L. (2015). La investigación de mercados como una disciplina estratégica Tomo 1. Riobamba : Ecuador .
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Gualaceo. (13 de abril de 2016). Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Gualaceo. Gualaceo, Azuay, Ecuador.
- Ramirez, N. (mayo de 2013). Trituración . Obtenido de Procesos Industriales: <http://proindustriales.blogspot.com/2013/05/trituracion.html>
- Reglamento General a la ley de Minería. (16 de noviembre de 2009). Presidencia de la República del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador: Asamblea Nacional.
- República del Ecuador Ministerio de Obras Públicas y comunicaciones Mop-001-F 2002. (2002). Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes . Quito : Quito .
- Rodríguez, L. (01 de junio de 2017). Viabilidad de proyectos. Obtenido de UGR emprendedora : <https://ugrendredora.ugr.es/viabilidad-de-proyectos/>
- Ruggiero, L. (03 de febrero de 2015). Introducción a las Plantas de Trituración. Obtenido de monografias.com: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/conocimientos-basicos-maquinas-canteras/conocimientos-basicos-maquinas-canteras.shtml>
- Sobrero, F. (abril de 2009). Análisis de Viabilidad: La cenicienta en los Proyectos de Inversión . Obtenido de Asociación de Administradores Gubernamentales :

<http://www.asociacionag.org.ar/pdfcap/5/Sobrero,%20Francisco%20-%20ESTUDIOS%20DE%20VIABILIDAD%20LA%20CENICIENTA%20DE%20LOS%20PROYECTOS%20DE%20INVERSION.pdf>

Universidad del País Vasco. (s.f.). Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería . Obtenido de Estudios previos. Viabilidad del proyecto: <http://www.ehu.es/asignaturasKO/PM/Metodologia/METO003.pdf>

Xusheng Heavy Machinery Co., Ltd. (2011). La estación de trituración móvil tipo mandíbula. Obtenido de Xusheng Heavy Machinery Co., Ltd: <http://www.stonecrushercn.com/es/mobile-crusher/jaw-crushing-plant.html>

## ANEXOS

Anexo 1 Autorización para la realización de la tesis en el municipio del cantón Gualaceo.



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO  
MUNICIPAL DE GUALACEO  
UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL

Oficio No. 266-GADMG-UGA-2018  
Gualaceo, 26 de Diciembre del 2018

**ASUNTO:** REALIZACIÓN DE TESIS DEL SR. HENRY MARCELO LOJA BUENO CON EL DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS PARA EL GAD GUALACEO.

Señor Licenciado  
Juan Diego Bustos Samaniego  
ALCALDE DEL GAD MUNICIPAL DE GUALACEO.  
En su despacho,-

De mi consideración:

Reciba un cordial saludo y mis deseos de éxitos en sus acertadas funciones, en atención al Memorándum N° 0027109 correspondiente al trámite IMG-2018-GD9390 en la cual autoriza brindar toda la información necesaria que posee la Unidad de Gestión Ambiental y la Dirección de Obras Públicas del GAD Gualaceo al Sr. Henry Marcelo Loja Bueno, estudiante de la Universidad del Azuay de la carrera de Ingeniería de Minas, información que sirvió para que el estudiante realice la propuesta de tesis para el diseño de una Planta de Tratamiento de Áridos para el GAD Gualaceo; por lo antes expuesto debo manifestar que existe el interés tanto de la Dirección de Obras Públicas y la Unidad de Gestión Ambiental que se realice el mismo por lo que solicito de la manera más comedida, que de parte de Alcaldía se oficie a la Universidad del Azuay, manifestando el interés del GAD Gualaceo para ser beneficiarios del tema de tesis, indicando además que de parte de las dos dependencias antes citadas se brindara toda la información necesaria.

Particular que solicito para los fines pertinentes.

Atentamente:

Ing. Gloria Augusta Aguilar Buestan  
ESPECIALISTA DE LA UNIDAD DE GESTION AMBIENTAL

Cc: Archivo; Ing. José Patillo\_ Director de Obras Públicas; Sr. Henry Loja.

## Anexo 2 Tipo de malla y forma de abertura.

Tamaño de producto	Tipo de malla y forma de la abertura			
	Metálica / cuadrada	Metálica / rectangular (1/3)	Plástico, goma, placa de acero /cuadrada	Plástico, goma, placa de acero/ rectangular (1/3)
mm	mm	mm	mm	mm
2	3	1,5 x 5	4,5	2 x 6
3	4	2 x 6	6	2,5 x 8
4	5	3 x 9	7	4 x 12
5	6,5	4 x 12	8,5	5 x 15
6	8	5 x 15	9,5	6 x 18
8	10	6 x 18	12	8 x 24
10	12,5	8 x 24	14,5	10 x 30
12	15	9,4 x 30	17	12 x 36
14	17	11 x 33	19	14 x 42
16	19	12 x 36	21,5	16,5 x 50
18	21	13,5 x 40	23,5	18,5 x 58
20	23	15 x 45	25,5	21 x 60
22	25	16,5 x 50	27	22 x 65
24	27	18 x 54	31	24 x 70
26	30	19,5 x 60	34	26 x 75
28	32,5	21 x 63	36,5	28 x 85
30	35	22,5 x 70	39	31 x 90
32	37		41	
34	40		44	
36	42		48	
40	46		50	
44	51		55	
48	56		59	
52	60		65	
56	65		70	
60	70		75	
64	75		80	
68	80		85	
72	84		90	
76	88		94	
80	94		100	
84	98		105	
88	103		110	
92	107		115	
100	117		125	

Fuente: Metso,2008.

## Anexo 3. Subasta de material.

No.	Código CPC	Descripción del bien o servicio	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	153200015	Suministro de material de mejoramiento	m3	220	11,21000	2.466,20000
2	153200015	Suministro de Sub base	m3	520	18,60000	9.672,00000
3	153200015	Suministro Base Clase I	m3	830	20,43000	16.956,90000
4	153200015	Suministro Material de Lastre	m3	5840	10,88000	63.539,20000
5	153200015	Suministro de tubería de H° 400mm, Clase 2	u	50	30,68000	1.534,00000
6	153200015	Suministro de tubería de H° 600mm, Clase 2	u	50	55,45000	2.772,50000
<b>TOTAL(\$)</b>						<b>96.940,80000</b>

(Nota: Estos precios no incluyen IVA)

## Anexo 4 Flujo efectivo en un año de acuerdo a la materia prima disponible.

INGRESO DE EFECTIVO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ventas	26766.50	26771.85	26777.21	26782.56	26787.92	26793.28	26798.64	26804.00	26809.36	26814.72	26820.08	26825.45
EGRESO DE EFECTIVO												
Sueldo a trabajadores	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900
Consumo de diésel	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5	11704.5
Consumo de energía	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95	7264.95
Mantenimiento y repuestos	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96	3299.96
Depreciación	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33	8108.33
Costos no Operacionales	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33	583.33
<b>A favor del municipio</b>	<b>-8094.57</b>	<b>-8089.22</b>	<b>-8083.87</b>	<b>-8078.51</b>	<b>-8073.15</b>	<b>-8067.80</b>	<b>-8062.44</b>	<b>-8057.08</b>	<b>-8051.72</b>	<b>-8046.36</b>	<b>-8040.99</b>	<b>-8035.63</b>

## Anexo 5 Proyección de ventas en un año de acuerdo a la materia prima disponible.

Año	Capacidad (m3/h)	cp	Horas laborables al mes	Total ventas al mes (\$ US)
Enero	31.49	5	170	26766.50
Febrero	31.49	5.001	170	26771.85
Marzo	31.49	5.002	170	26777.21
Abril	31.49	5.003	170	26782.56
Mayo	31.49	5.004	170	26787.92
Junio	31.49	5.005	170	26793.28
Julio	31.49	5.006	170	26798.64
Agosto	31.49	5.007	170	26804.00
Septiembre	31.49	5.008	170	26809.36
Octubre	31.49	5.009	170	26814.72
Noviembre	31.49	5.010	170	26820.08
Diciembre	31.49	5.011	170	26825.45

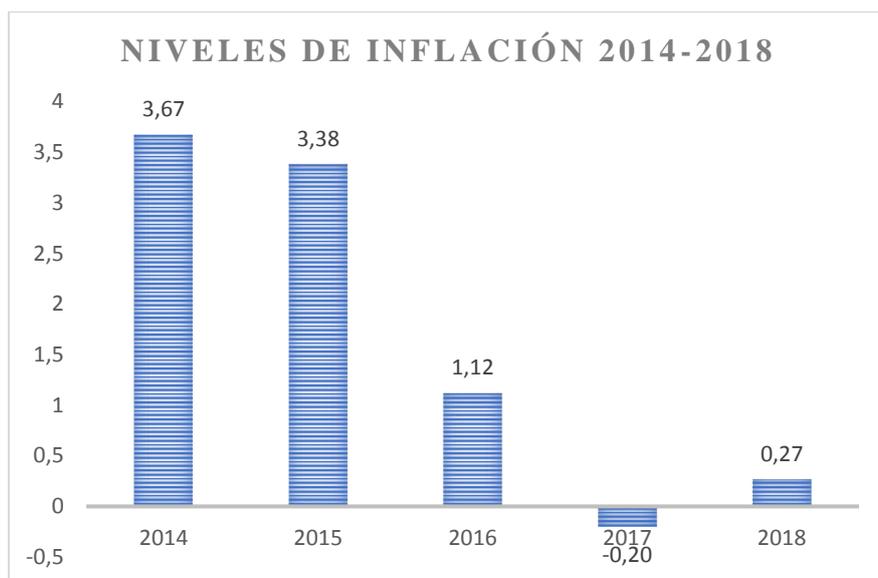
## Anexo 6 Datos tomados en cuenta para la mancomunidad.

## Inversión inicial

Descripción	Precio total (\$ US)
Planta de trituración (Instalada)	700000.00
Estudio eléctrico	25000.00
Obra civil	25000.00
Herramientas manuales (palas metálicas y barretas)	100.00
Instalación de internet	80.00
Accesorios de Oficina	1280.00
Señal ética	1220.00
Seguridad y salud ocupacional	242.50
<b>Inversión</b>	<b>752922.50</b>

## Inflación promedio de los últimos 5 años

Año	Inflación
2014	3.67%
2015	3.38%
2016	1.12%
2017	-0.20%
2018	0.27%
Promedio	1.6%



## Promedio de incremento de la remuneración básica unificada de los últimos 2 años

Año	% porcentaje de incremento
2019	2.073%
2018	2.4%
Promedio	2.24%

## Tasa de descuento anual

17%	Para este tipo de proyectos se considera entre el 15% y 20%
-----	-------------------------------------------------------------

## Costos no operacionales

7000\$ anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para pago de mano de obra indirecta (Guardia de Seguridad)</li> <li>• Otros requerimientos (insumos de oficina, sanciones, multas etc.)</li> </ul>
--------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Anexo 7 Proyección de ventas de la mancomunidad.

Años	Capacidad (m3/h)	cp	Horas día	Días laborables	Total ventas al año (\$ US)
1	55	5	8	255	561000.00
2	55	5.08	8	255	569976.00
3	55	5.16	8	255	579095.62
4	55	5.24	8	255	588361.15
5	55	5.33	8	255	597774.92
6	55	5.41	8	255	607339.32
7	55	5.50	8	255	617056.75
8	55	5.59	8	255	626929.66
9	55	5.68	8	255	636960.53
10	55	5.77	8	255	647151.90

## Anexo 8 Flujo de efectivo de la mancomunidad.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión	752922.50										
<b>INGRESOS DE EFECTIVO</b>											
Ventas proyectadas		561000.00	569976.00	579095.62	588361.15	597774.92	607339.32	617056.75	626929.66	636960.53	647151.90
<b>EGRESOS DE EFECTIVO</b>											
Sueldo a trabajadores		46800.00	47848.32	48920.12	50015.93	51136.29	52281.74	53452.85	54650.20	55874.36	57125.95
Combustible y energía		227633.40	227633.40	227633.40	227633.40	227633.40	227633.40	227633.40	227633.40	227633.40	227633.40
Mantenimiento y repuestos		39599.63	40233.22	40876.95	41530.98	42195.48	42870.61	43556.53	44253.44	44961.49	45680.88
Costos no operacionales		7000.00	7000.00	7000.00	7000.00	7000.00	7000.00	7000.00	7000.00	7000.00	7000.00
Depreciación Excavadora		10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
Depreciación Cargadora		8300.00	8300.00	8300.00	8300.00	8300.00	8300.00	8300.00	8300.00	8300.00	8300.00
Depreciación Volquete		9000.00	9000.00	9000.00	9000.00	9000.00	9000.00	9000.00	9000.00	9000.00	9000.00
Depreciación Planta		70000.00	70000.00	70000.00	70000.00	70000.00	70000.00	70000.00	70000.00	70000.00	70000.00
<b>A favor de la mancomunidad</b>		142666.97	149961.06	157365.14	164880.83	172509.76	180253.57	188113.96	196092.62	204191.28	212411.68

## Anexo 9 Estado de vías del cantón Gualaceo.

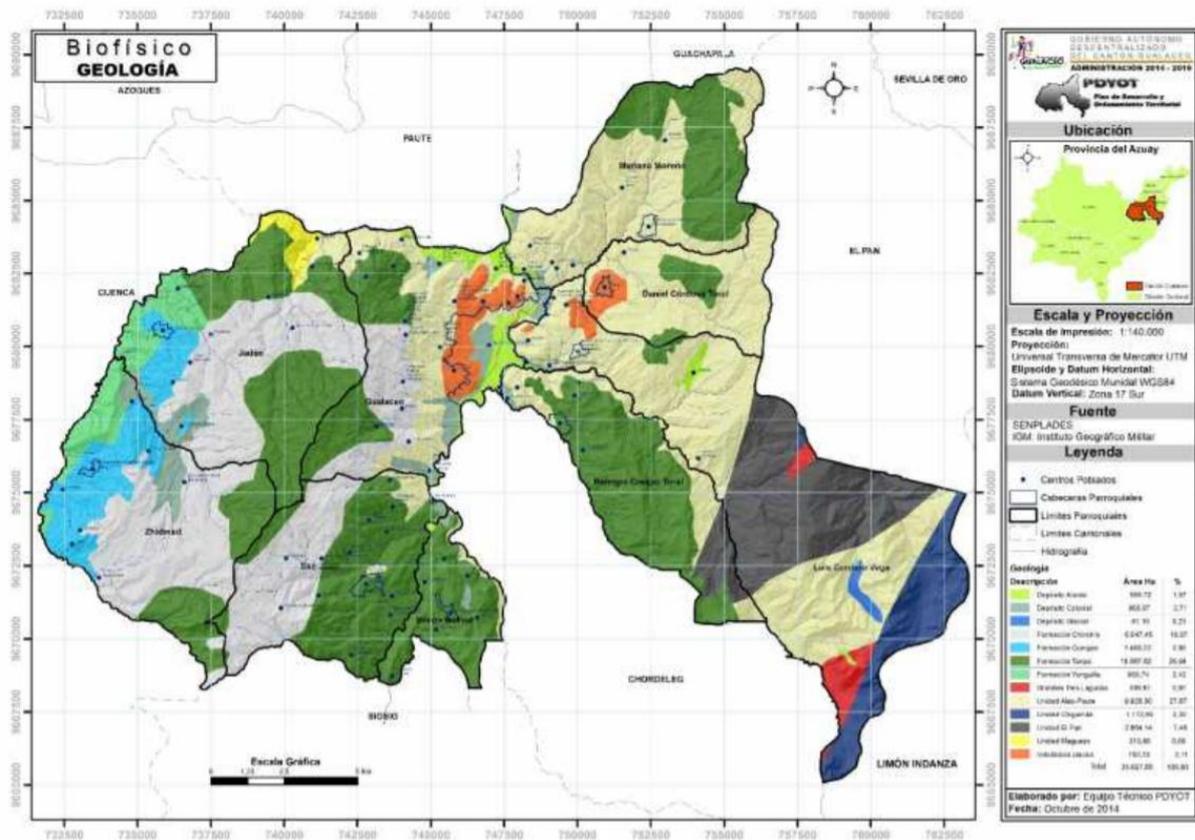


Anexo 10 Medición del ancho de las vías para obtener el promedio.



Ancho de algunas vías	Medición
Av. Nogales	10m
Calle Efraín Vázquez	9.8m
Calle los Sigales	8.4m
Vía a Quimzhi	7.5m
Vía a Nushuncay	5.5m
Sector 5 esquinas	3.3m
Sector Ayaloma	5m
Sector Picay	6.5m
<b>Total promedio</b>	<b>7m</b>

Anexo 11 Mapa geológico de Gualaceo.



Fuente: PODT del cantón Gualaceo, 2016.

## Anexo 12 Maquinaria del municipio.

Clase	Marca	Año fab.	Modelo	Color	Motor	Placa
VOLQUETE	HINO	2008	GH 500	AMARILLO	J08CTT29432	AMF-007
VOLQUETE	HINO	2008	GH 500	AMARILLO	JO8CTT29431	AMF-006
VOLQUETE	HINO	2009	GH 500	AMARILLO	JO8CTT36760	AMF-032
VOLQUETE	HINO	2009	FS 700	AMARILLO	E13CTM13861	AMF-033

Clase	Marca	Año fab.	Modelo	Color	Motor	Pot. Motor
TRACTOR DE ORUGA	KOMATSU	1981	D65E-6	AMARILLO	NH-220-26156592	140 HP
TRACTOR DE ORUGA	KOMATSU	1975	D65A	AMARILLO	NH220-26117006	140 HP
CARGADORA	KOMATSU	2007	WA250-5	AMARILLO	6D102-26407010	135HP
RETROEXCAVADORA	KOMATSU	2016	WB97R-5E0	AMARILLO	F4GE9484F * J601* *001393880*	99 HP
EXCAVADOR A DE ORUGA	KOMATSU	2009	PC200LC-8	AMARILLO	26526693	155 HP
MINI CARGADORA	BOB CAT	1998	S220	BLANCO	3.318L V3300-T- CG2605	73 HP
MOTO NIVELADORA	CATERPILAR	2004	135H	AMARILLO	*4TF67884*	155 HP
MOTO NIVELADORA	JOHN DEERE	2015	670G	AMARILLO	PEBO142350 71 RE557814	185 HP
RODILLO LISO	JCB VIBROMAX	2007	VM 115D	AMARILLO	*U1887513*	92 HP
RODILLO LISO	HAMM	2015	3411	TOMATE	11701378 GF 4M2012C	134 HP
COMPRESOR AIRE	INGER SOLL RAND	2008	AIR SOURCE PLUS	BLANCO		