

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MINAS**



**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA  
PARA EL APROVECHAMIENTO DE ARENA LAVADA COMO  
AGREGADO PARA LA CONSTRUCCIÓN, EN UNA SECCIÓN  
DEL RÍO CAURA, MUNICIPIO SUCRE DEL ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE  
GRADO PRESENTADO POR  
EL BACHILLER ALEJANDRO  
N. DUARTE G., PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE INGENIERO  
DE MINAS**

**CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE 2019**



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ACTA DE APROBACIÓN**

Este Trabajo de Grado, titulado: **ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA PARA EL APROVECHAMIENTO DE ARENA LAVADA COMO AGREGADO PARA LA CONSTRUCCIÓN, EN UNA SECCIÓN DEL RÍO CAURA, MUNICIPIO SUCRE DEL ESTADO BOLÍVAR**, presentado por el bachiller **Alejandro N. Duarte G.**, C.I.N° 22.816.137, ha sido **APROBADO** de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Ángel Paulo

(Asesor)

Víctor González

(Jurado)

Enrique Acosta

(Jurado)

Prof. Víctor González  
Jefe del Departamento de Minas

Prof. Francisco Monteverde  
Director de Escuela

Ciudad Bolívar \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2011\_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

Agradezco primeramente a Dios, por darme la sabiduría necesaria para haber llegado hasta aquí durante todo este trayecto de mi carrera universitaria.

Especialmente dedicado a mi abuela Marvelia Garcia que siempre creyó en mí y me vio formado como un profesional, este logro se lo dedico a ella, aunque físicamente no se encuentre conmigo, pero sé que desde el cielo se encuentra muy feliz y orgullosa de mí.

Este logro también lo dedico a mis padres que fueron el pilar fundamental y el apoyo que necesite para poder sacar adelante mi carrera universitaria y los cuales siempre me recordaron lo importante de culminar una carrera universitaria.

A toda mi familia que me ha acompañado a lo largo de este camino brindándome su apoyo incondicional, en especial a mi tío Leonardo Duarte que siempre me aconsejo y me ayudo en todo momento.

A mis hermanos Daniel Garcia por su colaboración en mi aprendizaje durante este trayecto y José Duarte por su apoyo y siempre estar presentes en los momentos buenos y amargos de mi vida muchas gracias.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Oriente (Núcleo Bolívar) mi casa de estudio que me abrió sus puertas durante todos estos años donde me pude formar y obtener todos los conocimientos adquiridos a todas las personas que allí laboran y forman parte de esta institución. Gracias a todos los profesores que compartieron sus conocimientos como profesionales para aportar un grano de arena en mi formación académica, gracias al profesor Víctor González, Nelson Medori, Francisco Marín, Yarulsi García, Víctor Cordero, Gregoris Montilla, Ángel Paulo por todo el apoyo y consejos brindado durante mi trayecto en esta casa de estudio.

Al Profesor Ángel Paulo, mi tutor, por asumir conmigo este nuevo reto. Por haberme brindado todo su apoyo, paciencia y aporte en esta investigación y una buena coordinación y dedicación para el desarrollo de este trabajo de grado.

A mi familia en especial mi padre por haberme dado su aporte económico para llevar a cabo la investigación de este trabajo.

Al Instituto Autónomo Minas Bolívar (IAMIB) por haberme suministrado información necesaria para la redacción de mi investigación

A la alcaldía del municipio Sucre y los dueños de las ferreterías y bloqueras por toda la información y colaboración prestada

A todos los que de una u otra forma contribuyeron en la realización de esta investigación.

## RESUMEN

La investigación se basa en la evaluación de la pre-factibilidad técnico-económica para el aprovechamiento de arena lavada como agregado para la construcción en una sección del río Caura, municipio Sucre, estado Bolívar específicamente en el fundo Francisca Duarte. Para llevar a cabo dicha investigación se realizó un estudio de mercado con el fin de determinar el consumo de arena en los poblados dentro de un radio de 50 km a la redonda desde el punto de extracción de la arena, igualmente, se realizó estimación de reservas de arena disponibles, se seleccionó un método de explotación por dragado del área de interés para lo cual se realizó un plan de explotación y un estudio de pre-factibilidad económica. Los resultados arrojados por el estudio de mercado fueron de 11.509 m<sup>3</sup>/año para todos los poblados dentro del radio de estudio. Los bancos de arena en la sección del río alcanzan alturas desde 3,15 m a 3,90 m mientras que el área de extracción está comprendida por 9,86 hectáreas. Se cuenta con unas reservas de mineral de 130.696 m<sup>3</sup>, se tiene una vida útil del proyecto de 11 años y 4 meses con una producción de 107 m<sup>3</sup>/día para el mes de enero mientras que para el resto de los meses la producción será de 80 m<sup>3</sup>/día. Los equipos empleados principalmente para la extracción de la arena serán una bomba centrífuga la cual fue seleccionada por el requerimiento de producción con un caudal necesario de 38,87 m<sup>3</sup>/h con el fin de satisfacer la demanda requerida por el mercado, dicha bomba será accionada por un motor con una potencia de 13,40 KW refrigerado por agua. La carga del mineral se hará con un cargador frontal marca Komatsu y se empleará para el mantenimiento de los patios de almacenamiento, también se contará con una lancha para el traslado del personal hasta la draga. La arena se comercializará directamente desde el patio de almacenamiento. Para la evaluación económica se ha considerado un viraje en la política económica actual. El proyecto se consideró rentable ignorando el riesgo de invertir en Venezuela, el cual, es el más alto registrado en la historia venezolana, obteniendo unos indicadores de rentabilidad para el VPN igual a 181.964,86 dólares mientras que para la TIR se obtuvo un valor de 71,79 %.

# CONTENIDO

	Página
<b>ACTA DE APROBACIÓN</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>v</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTAS DE TABLAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>LISTA DE APÉNDICES</b> .....	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>3</b>
<b>SITUACIÓN A INVESTIGAR</b> .....	<b>3</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos de la investigación .....	4
1.2.1 Objetivo general .....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 Justificación de la investigación.....	4
1.4 Alcance de la investigación .....	5
1.5 Limitaciones de la investigación .....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>6</b>
<b>GENERALIDADES DEL ÁREA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Ubicación geográfica del área.....	6
2.2 Acceso al área .....	7
2.3 Características físicas y naturales de área de estudio .....	8
2.3.1 Geomorfología .....	8
2.3.2 Suelos .....	10
2.3.3 Vegetación .....	12
2.3.4 Clima .....	14
2.3.4.6 Humedad .....	20
2.3.5 Fauna .....	20
2.3.7 Hidrografía.....	21

2.4 Geología regional .....	21
2.4.1 Complejo de Imataca .....	21
2.4.2 Formación Mesa .....	25
2.4.3 Sedimentos recientes .....	26
2.4.4 Provincia Geológica de Cuchivero .....	26
2.5 Geología Económica .....	27
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>28</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>28</b>
3.1 Antecedentes de la investigación .....	28
3.2 Minería .....	30
3.2.3 Minería de Superficie .....	30
3.3 Material de construcción .....	31
3.4 Cantera .....	31
3.5 Dragado .....	32
3.5.1 Dragado por succión .....	32
3.5.2 Dragas de succión estacionaria .....	33
3.5.3 Ciclo del dragado .....	33
3.5.4 Ley básica del dragado .....	34
3.6 Recurso mineral .....	42
3.7 Reserva Minera .....	43
3.8 Arenas .....	43
3.8.1 Atributos físicos de arena .....	44
3.8.2 Granulometría .....	44
3.8.3 Clasificación de las arenas .....	44
3.8.4 Composición y origen de la arena .....	45
3.8.5 Caracterización de las arenas .....	45
3.8.6 Propiedades técnicas de las arenas .....	46
3.8.7 Clasificación de las arenas de acuerdo con el tamaño de sus granos .....	46
3.8.8 Usos de la arena lavada .....	46
3.9 Ciclo de vida del árido .....	49
3.9.1 Banco de arena .....	50
3.10 Vida de la mina .....	50
3.10.1 Producción requerida .....	51
3.11 Método de explotación .....	51
3.12 Prefactibilidad .....	51
3.13 Estudio de mercado .....	52
3.13.1 Mercado potencial .....	54
3.15 Evaluación económica .....	55
3.15.1 Costos .....	55
3.15.2 Ingresos .....	56
3.15.3 Inversión total inicial .....	57

3.15.4 Tasa de inflación .....	57
3.15.6 Capital de trabajo .....	59
3.15.7 Depreciación .....	60
3.15.8 Flujo de caja.....	61
3.15.9 Valor presente neto.....	61
3.15.10 Tasa interna de retorno (TIR).....	62
3.15.11 Análisis de sensibilidad .....	63
3.16 Impuesto por la explotación de sustancias minerales reguladas por la ley de minas del Edo Bolívar.....	64
3.17 Ley de impuesto sobre la renta.....	65
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>67</b>
<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>67</b>
4.1 Nivel de la investigación.....	67
4.2 Diseño de la investigación .....	67
4.2.1 Investigación proyectiva .....	67
4.3 Flujograma de las actividades del proyecto .....	68
4.4 Descripción del flujograma de la investigación.....	69
4.4.1 Recopilación bibliográfica.....	69
4.4.2 Etapa de Campo .....	69
4.4.3 Etapa de Oficina .....	73
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>77</b>
<b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>77</b>
5.1 Estudio de mercado .....	77
5.2 Estimación de las reservas de arena .....	78
5.2.1 Levantamiento de Bancos.....	78
5.2.2 Estimación de reservas .....	79
5.3 Plan de Eplotación.....	82
5.3.1 Método de Explotación.....	82
5.3.2 Descripción del Proceso de Extracción .....	82
5.3.3 Planificación de las operaciones .....	84
5.3.4 Producción estimada.....	86
5.3.5 Vida útil de la arenera.....	88
5.3.6 Cálculos de equipos y maquinaria.....	88
5.3.6 Equipos auxiliares .....	106
5.3.7 Operaciones fluviales .....	107
5.3.8 Operaciones terrestres .....	107
5.3.9 Patio de almacenamiento .....	108
5.3.10 Servicios auxiliares.....	112
5.3.11 Consumo de combustible y lubricantes .....	115

5.4	Evaluacion economica.....	119
5.4.1	Inversión inicial.....	120
5.4.2	Estimación de ingresos .....	122
5.4.3	Depreciación .....	123
5.4.5	Costo de combustible (bomba y cargador frontal).....	126
5.4.6	Costos de aceite de motor e hidráulico .....	127
5.4.7	Costo de grasa (Cargador frontal) .....	129
5.4.8	Costo por consumo de agua y comida.....	130
5.4.9	Costos de accesorios y repuestos para los equipos .....	131
5.4.10	Impuestos y tasas administrativas .....	134
5.4.11	Tasa de descuento .....	134
5.4.12	Análisis de los indicadores de rentabilidad VPN y TIR .....	135
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>136</b>
	Conclusión .....	136
	Recomendaciones.....	137
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>138</b>
	<b>APÉNDICES .....</b>	<b>143</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación geográfica de área de estudio .....	6
2.2 Vía a la zona de extracción.....	8
2.3 Suelo Ultisoles .....	12
2.4 Sabana gramínea presente en la zona .....	13
2.5 Bosque galería .....	14
2.6 Valores de temperatura. (Estación meteorológica de Maripa, Aurora y Mucinacio 1997 – 1985 en CVG Técnica Minera 1991).....	15
2.7 Valores de la variación anual evaporación anual. (Estación meteorológica de Ciudad Bolívar F.A.V, Agosto 2006-Julio 2007 en CVG Técnica Minera 1991). 16	
2.8 Valores de Precipitación mensual. (Estación meteorológica de Maripa, 1974-1985 en CVG Técnica Minera 1991).....	18
2.9 Resumen estadístico de las velocidades del viento en km/h. (Estación meteorológica de Maripa1974 – 1985 en CVG Técnica Minera 1991).....	19
2.10 Resumen estadístico de la Insolación, (Estación Meteorológica-Maripa, periodo 1974-1985 en CVG Técnica Minera 1991) .....	20
4.1 Flujograma de actividades .....	68
4.2 Profundización de banco .....	72
5.1 Sección del río Caura, zona de extracción y patio de almacenamiento (Google Earth® 2018) .....	78
5.2 Resultados arrojados por el cálculo del volumen del modelo geológico del depósito de arena lavada en una sección del río Caura.....	81
5.3 Ubicación del patio de almacenamiento y área de dragado .....	83
5.4 Tabla con diámetros comerciales de tuberías (fuente: Malecor).....	91
5.5 Tabla de densidades de la arena (fuente: Arids Garcia).....	92
5.6 Bomba centrífuga SunboPump 100D-SG .....	97

5.7 Dimensiones del motor Kubota V1505-E2-BG.....	99
5.8 Motor Kubota V1505-E2-BG.....	99
5.9 Diseño de la balsa .....	102
5.10 Cargador frontal Komatsu WA80M-7 .....	103
5.11 Tabla para la selección de la potencia correcta del fuera de borda fuente: Mundo Motor.....	106
5.12 Pila de arena con las dimensiones.....	109
5.13 Vista longitudinal de la pila en el patio de almacenamiento .....	110
5.14 Distribución de las distintas áreas.....	111

## LISTAS DE TABLAS

	Página
2.1 Coordenadas del área de estudio.....	7
4.1 Información recabada en campo .....	70
4.2 Resultado de Estudio de Mercado .....	73
5.1 Demanda insatisfecha anual y semanal .....	77
5.2 Data de sondeo.....	79
5.3 Resultados obtenidos por el método de las secciones verticales .....	80
5.4 Desarrollo de las labores en una jornada de trabajo .....	84
5.5 Días efectivos de trabajo (Operaciones fluviales) .....	85
5.6 Días efectivos de trabajo (resto de operaciones) .....	86
5.7 Producción requerida .....	86
5.8 Especificaciones general del motor Kubota V1505-E2-BG.....	98
5.9 Especificaciones del Cargador Komatsu WA80M-7.....	103
5.10 Densidades de los materiales en banco y suelto para los casos más frecuentes del movimiento de tierra. Tarilonte, J. (2016).....	104
5.11 Coordenadas del área de trabajo .....	111
5.12 Cantidad de personal/turno .....	113
5.13 Consumo de combustible de la bomba.....	115
5.14 Consumo de aceite de la bomba .....	115
5.15 Consumo de combustible del cargador frontal .....	116
5.16 Consumo inicial de aceite de motor .....	117
5.17 Consumo inicial de aceite hidráulico .....	117
5.18 Consumo de aceite de motor por el cargador frontal .....	118
5.19 Consumo de aceite hidráulico por el cargador frontal .....	118
5.20 Consumo total de aceite por año .....	119
5.21 Consumo de grasa por el equipo.....	119

5.22 Proyección del tipo.....	120
de cambio para Venezuela .....	120
5.22 Inversión inicial .....	121
5.23 Ingresos por concepto de producción.....	123
5.24 Depreciación de equipos. (Vida útil 11 años).....	123
5.25 Distribución de beneficios y contractuales.....	125
5.26 Distribución de los costos de mano de obra directa, año 2019.....	125
5.27 Distribución de costos de .....	126
mano de obra directa para el resto de los años .....	126
5.28 Costos de combustible (bomba y cargador frontal), año 2019 .....	127
5.29 Costo de aceite de motor, año 2019 .....	127
5.30 Costo de aceite hidráulico .....	128
5.31 Costo total de aceite para el resto de años.....	128
5.32 Costo de grasa para el cargador frontal.....	129
5.33 Costo total de grasa para el resto de años.....	129
5.34 Costo del consumo de agua .....	130
5.35 Costo del consumo de agua para el resto de años.....	130
5.36 Costo del consumo de comida .....	131
5.37 Costo del consumo de comida para el resto de años.....	131
5.38 Costos del mantenimiento preventivo .....	132
5.39 Costos de mantenimiento correctivo .....	133
5.40 Costo por cambios de cauchos camioneta/cargador frontal .....	133
5.41 Impuesto de explotación (IAMIB).....	134
5.42 Indicadores de rentabilidad.....	135

## LISTA DE APÉNDICES

	Página
APÉNDICE A .....	144
Tabla para la selección de la bomba suministrada por el proveedor y dimensiones de la bomba .....	145
APÉNDICE B .....	147
Tabla con los coeficientes de pérdidas de los accesorios .....	148
APÉNDICE C .....	149
Dimensiones y especificaciones del motor a emplearse para la bomba .....	150
APÉNDICE D .....	152
Dimensiones del cargador frontal Komatsu WA80M-7 .....	153
APÉNDICE E .....	154
Estados de resultados y de flujos de efectivo del proyecto .....	155



## INTRODUCCIÓN

Desde sus comienzos, el ser humano ha modificado su entorno para adaptarlo a sus necesidades. Para ello ha hecho uso de todo tipo de materiales naturales que, con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología, se han ido transformando en distintos productos mediante procesos de manufactura de creciente sofisticación. Los materiales naturales sin procesar (arcilla, arena, mármol) se suelen denominar materias primas, mientras que los productos elaborados a partir de ellas (ladrillo, vidrio, baldosa) se denominan materiales de construcción. No obstante, en los procesos constructivos muchas materias primas se siguen utilizando con poco o ningún tratamiento previo. En estos casos, estas materias primas se consideran también materiales de construcción propiamente dichos. Por este motivo, es posible encontrar un mismo material englobado en distintas categorías: por ejemplo, la arena puede encontrarse como material de construcción (lechos o camas de arena bajo algunos tipos de pavimento), o como parte integrante de otros materiales de construcción (como los morteros), o como materia prima para la elaboración de un material de construcción distinto (el vidrio, o la fibra de vidrio).

Este proyecto tiene como objetivo evaluar la prefactibilidad de la extracción de arena en el Fundo Francisca Duarte para ser utilizado en la construcción.

La investigación consta de V capítulos integrados de la siguiente manera: Capítulo I “Situación a Investigar” corresponde al planteamiento del problema, establecimiento del objetivo general y los objetivos específicos de la investigación. Las generalidades del área comprenden el Capítulo II de la investigación, la cual trata los aspectos geológicos relacionados con el área de estudio. El capítulo III corresponde al marco teórico que se basa en la temática relacionada con el proyecto. En el capítulo IV se describen los procedimientos realizados para la obtención de

información, datos y metodologías empleadas para la elaboración del tema. El capítulo V se refiere al análisis de los resultados, para posteriormente establecer las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### **1.1 Planteamiento del problema**

En la zona donde se prevé realizar el estudio para el aprovechamiento de arena lavada como material de construcción no se cuenta con ninguna fuente que suministre arena lavada a menos de 100 km a la redonda, desde el punto donde posiblemente se instalaran los patios de almacenamientos de arena lavada, se pretende suministrar dicho material de construcción a los poblados que se encuentran a una distancia de 50 km a las redonda desde el punto de extracción esto con el fin de abastecer la demanda del material de construcción en la zona mencionada para las futuras obras públicas y las distintas fábricas de bloques ubicadas en los distintos poblados.

El estudio de este anteproyecto se apoya en una investigación de tipo aplicada que permitirá llevar a cabo el estudio de pre factibilidad técnico – económico para el aprovechamiento de arena lavada en una sección del río Caura en el municipio Sucre – Maripa.

En Venezuela los requerimientos en el sector de la construcción se han incrementado debido a diversos factores como la Gran Misión Vivienda Venezuela, obras públicas, carreteras y los emprendimientos comerciales privados, lo que ha generado un aumento en la adquisición de los agregados extraídos de lechos de ríos.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar un estudio de pre factibilidad técnico económico para el aprovechamiento de arena lavada como agregado para la construcción en una sección del río Caura ubicada en Maripa, municipio Sucre, estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Realizar un cálculo de las reservas de arena lavada.
2. Realizar un estudio de mercado en los poblados dentro de un radio de 50 km a la redonda desde el punto de extracción de la arena.
3. Elaborar el plan de explotación.
4. Determinar la rentabilidad del proyecto.

## **1.3 Justificación de la investigación**

Se justifica esta propuesta de llevar a cabo el desarrollo de un proyecto de extracción de arena lavada con el fin de determinar la pre factibilidad técnico económico del mismo y con el propósito de abastecer el mercado de arena lavada en la zona y aportar dicha materia prima para la construcción y el crecimiento del desarrollo urbanístico en los poblados cercanos a la posible zona de extracción, ya que en la actualidad no se cuenta con ninguna otra fuente de arena lavada en la zona de estudio lo que hace aún más interesante la determinación de la rentabilidad del

proyecto, esto se debe a que se captaría todo el consumo de arena lavada en los poblados que se encuentran en la zona de estudio.

#### **1.4 Alcance de la investigación**

Esta investigación contempla efectuar un estudio de pre factibilidad técnico-económica con el cual se podrá comprender si se podrá o no poner en marcha el proyecto, lo cual dependerá de la factibilidad del mismo, de los resultados que arroje dicha investigación.

#### **1.5 Limitaciones de la investigación**

Este proyecto no tiene limitantes que impidan la elaboración del mismo.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES DEL ÁREA

#### 2.1 Ubicación geográfica del área

El área de estudio se localiza en la zona noroeste del municipio sucre del estado Bolívar específicamente en la población de Maripa, y al este del río Caura, muy cerca de Aripao, carretera Ciudad Bolívar – Caicara del Orinoco, el fundo Francisca Duarte (Figura 2.1)

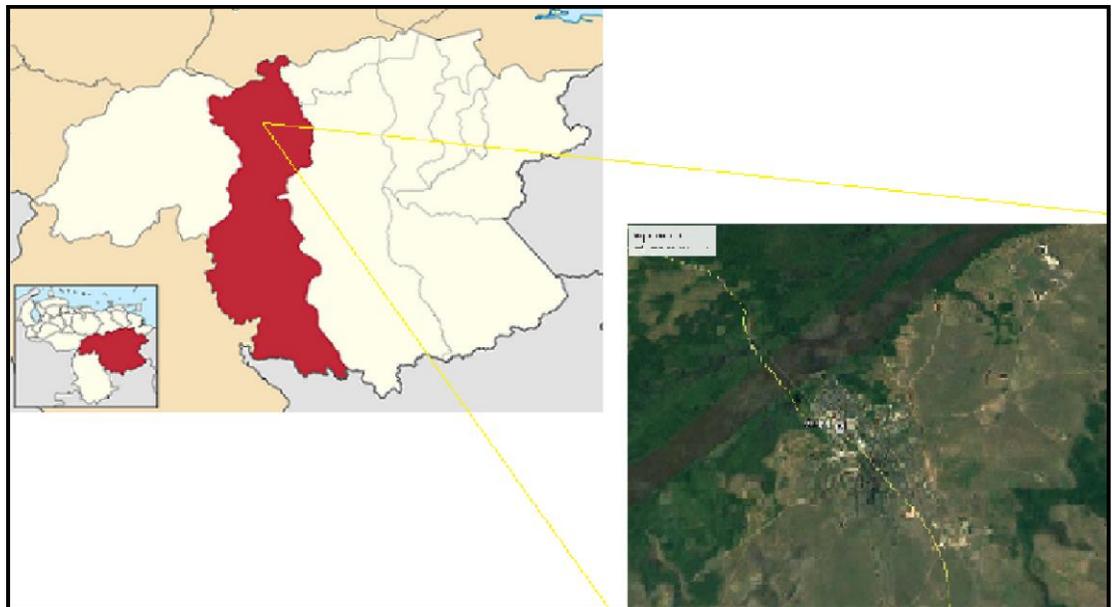


Figura 2.1 Ubicación geográfica de área de estudio

El área de interés cubre una extensión de terreno de 35,30ha y un perímetro de 2,90km; que se ubican en la Formación Mesa, sobre el Complejo Imataca; cuyas coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM) se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Coordenadas del área de estudio

Punto	Coordenadas U.T.M Regven	
	Este (m)	Norte (m)
P9	256.849,04	826.475,60
P10	256.838,94	826.172,95
P11	255.966,15	826.140,14
P12	255.887,78	826.719,20

## 2.2 Acceso al área

El acceso se realiza por vía terrestre, por la troncal 9 que conduce a la vía Ciudad Bolívar-Maripa. Luego de llegar al pueblo de Maripa se desvía hacia donde estaba la antigua chalana, se realiza un recorrido de 9 km; posteriormente se accede en sentido izquierdo la entrada esta después del portón de C.V.G Proforca, hacia la carretera de tierra (Figura 2.2) esta lleva al fundo Francisca Duarte el cual se localiza a unos 5 km de la carretera principal, finalmente a unos 2 kilómetros antes de llegar al fundo Francisca Duarte se toma el sentido izquierdo de dicha carretera donde se encuentra la zona en estudio.



Figura 2.2 Vía a la zona de extracción

## **2.3 Características físicas y naturales de área de estudio**

### **2.3.1 Geomorfología**

Esta área se caracteriza por la presencia de extensas planicies, cuya altitud no sobre pasa los 150 m, las cuales se encuentran dominadas por paisajes más elevados, tales como plateaux, montañas lomeríos y peniplanicies. CVG Técnica Minera. (1991).

El modelado de estos paisajes, tiene como punto de partida los procesos endógenos y exógenos ocurridos sobre las rocas pertenecientes a las provincias de Imataca, Pastora y Cuchivero. Las rocas de Imataca, al este del río Caura, presentan una estructura plegada, constituida por un gneis granítico, rico en porfidoblastos de feldspatos potásicos, cuyo fracturamiento da lugar a un sistema de drenaje rectangular y denso. La provincia de Cuchivero se localiza al oeste del río Caura y, a excepción del cerro El Tigre (ubicado al suroeste) y de los lomeríos plegados al

extremo suroeste, cuyas litologías corresponden al granito de Guaniamito y a la formación Caicara respectivamente, las rocas predominantes son del Granito de Santa Rosalía. Las diferencias litológicas básicas de estas unidades es que el primero presenta características gnéissicas, es generalmente bandeado rico en minerales félsicos, faneríticos y porfídicos, de grano medio a grueso, mientras que la formación Caicara presenta rocas volcánicas piroclásticas, es decir lavas y tobas ácidas de color gris oscuro, de composición riolítica y riodacítica. El granito de Santa Rosalía es más bien masivo, denso y plutónico, porfidítico y de textura media a gruesa. CVG Técnica Minera. (1991).

La evolución de los paisajes elevados, *plateaux*, montañas y lomeríos, responden a movimientos orogénicos ocurridos en el precámbrico. La provincia de Cuchivero o Amazonas, que corresponde a la Orogénesis Transamazónica, cuya edad, es de aproximadamente, 1900 m.a., es el resultado de un diapirismo o movimiento lento ascendente de las masas plutónicas y su deposición en el bloque fallado de “Bolívar – Esequibo” (o Imataca-Pastora), conformando en consecuencia los granitos más jóvenes, escasamente tectonizados y dando lugar, en conjunto, al denominado Frente Caura. CVG Técnica Minera. (1991).

Después de la Orogénesis Orinoquense, posterior a la Transamazónica, hubo una relativa estabilidad en el escudo de Guayana. Durante el Mesozoico, se produjeron largos periodos de profunda erosión, exhumando el producto del tectonismo, mientras que el Cenozoico se caracterizó por levantamientos que resultaron en diferencias altimétricas en el Escudo, dando lugar a varias superficies de planación. Estos movimientos afectaron al batolito mediante grandes fallas y fracturas, que dieron origen al profundo grado de disección actual y a la fosa tectónica de Cuchivero, entre los vestigios de Horsts de la Serranía de Tucuragua y el cerro El Tigre. CVG Técnica Minera. (1991).

La gran crisis climática del Pleistoceno conformo la topografía actual, de manera que las planicies deben su modelado a esta época, mediante una intensa coluviación de dirección sur – norte, sepultando el basamento meteorizado de las rocas cristalinas. Durante la época más secas, interglaciales, se produjo una fuerte deflación que permitió la acumulación de sedimentos eólicos sobre los coluviones antiguos, dando lugar al campo de dunas fosilizadas en la zona norte del área de estudio. Luego en el reciente Holoceno se estableció la planicie aluvial de los ríos Orinoco, Caura, Sipao, Tucuragua y Cuchivero. CVG Técnica Minera. (1991).

### **2.3.2 Suelos**

En general, los órdenes de suelo más frecuentes en el área, son los Ultisoles, Entisoles, e Inceptisoles, en ese orden de importancia. Los Ultisoles, son los más frecuentes se localizan en diversos tipos de paisajes y se han formado a partir de roca pertenecientes a las provincias Imataca, Cuchivero y Formación Mesa, así como de sedimentos de origen coluvio-aluvial. En general se caracterizan por ser muy evolucionados de moderadamente profundos a muy profundo y eventualmente superficiales a muy superficiales. Las texturas varían de livianas a pesadas; con estructura blocosa subangular, con muy débil a débil desarrollo pedogenético, en superficie en superficie la cual se torna débil a moderada, en profundidad. CVG Técnica Minera. (1991).

Químicamente muestran una baja a muy baja fertilidad natural. Son suelos bien drenados no obstante hacia las áreas de *plateau*, montaña y lomeríos escarpados, el drenaje es algo excesivo a excesivo; mientras que hacia las zonas depresionales (planicies), el drenaje se hace restringido (pobrementemente drenado). CVG Técnica Minera. (1991).

En el orden de los entisoles representa el segundo grupo de suelos más común, en el área de estudio. Poseen muy débil a ningún desarrollo evolutivo, ocurren en pasajes de *plateau*, montañas, lomeríos y planicies. Se han originado a partir de rocas pertenecientes a las provincias Imataca, Cuchivero y Formación Mesa; así como de sedimentos recientes de origen aluvial-coluvial. Por lo general, muestran texturas livianas; en ocasiones medianas a pesadas comúnmente no hay desarrollo de estructuración pedogenética (grano simple); presentándose en ocasiones estructuras blocosa subangular y la granular, pero muy débil desarrollo. Tienen muy baja fertilidad natural, el drenaje es algo excesivo a excesivo, tornándose pobremente drenado hacia las áreas depresionales. CVG Técnica Minera. (1991).

Los Inceptisoles, son los menos frecuentes en el área su ubicación geográfica está restringida exclusivamente a paisajes de planicie; sin embargo, ocurren como inclusiones en otros tipos de paisajes. Comúnmente exhiben un débil a moderado desarrollo pedogenético; son superficiales a muy profundos; con texturas livianas, mayormente, pero en ocasiones pesadas; la estructura varía de blocosa subangular a granular a granular, a veces migajosa. En general tienen baja a muy baja fertilidad natural. El drenaje varía de bien a pobre sin embargo también ocurren del tipo imperfecto. CVG Técnica Minera. (1991).

Los Entisoles ocurren comúnmente en bio-climas tropicales. Estos suelos pueden variar desde muy superficiales debido a contactos litológicos, con colores que varían desde negro marrón grisáceo muy oscuro hasta marrón amarillento. Las texturas presentes son arenosas y franco arcilloso. Presenta un drenaje muy algo excesivo hacia las áreas más accidentadas. CVG Técnica Minera. (1991).



Figura 2.3 Suelo Ultisoles

### 2.3.3 Vegetación

Las características de la vegetación, dependen de varios aspectos importantes tales como: la capa vegetal, los tipos de suelos, las condiciones climáticas, la hidrología, etc. En el área de la hoja NB-20-1 de aproximadamente 1.453 km<sup>2</sup>, están representadas dos zonas bioclimáticas estas son: la zona Tropófila Macrotérmica y la zona Ombrófila Macrotérmica, la primera de estas ocupa la mayor porción, aproximadamente 72% extendiéndose de este a oeste, desde la cuenca de los ríos Guaniamo y Cuchivero, bordeando en la parte septentrional de los cerros de Monte Oscuro, abarcando las zonas bajas de los ríos Caura, Pao, Sipao y Tucuragua; y continuando al noroeste hacia la hoja NB-20-2. La segunda área comprende una menor porción aproximadamente un 28% y abarca el sureste del área desde los cerros de Monte Oscuro, la cuenca del río Mato y continuándose al sureste hacia la hoja NB-20-2. CVG Técnica Minera. (1991).

La formación dominante en la zona de Bioclima Tropófilo Macrotérmico, es la sabana gramínea arbustiva; la matriz del componente herbáceo lo constituye la especie *Trachypogon vestitus* y el componente arbustivo lo conforman: *Curatella americana* y *Brysonima sp.* Ocupando paisajes de peniplanicie, planicie y lomeríos. Las formaciones arbóreas de este bioclima ocupan una menor proporción, debido a la presión ejercida sobre estas en las últimas décadas, por la actividad agropecuaria. Esta formación arbórea se divide en dos tipos, uno de carácter semidecíduo, que ocupa paisaje de lomerío y pleniplanicie. Las especies arbóreas características de esta formación son: *Tabebuia sp.*, *Cordia sp.*, *Ceiba Pentandra*; y el otro tipo de carácter siempreverde en vegas y planicies inundables, denominado bosque de galería. CVG Técnica Minera. (1991).



Figura 2.4 Sabana gramínea presente en la zona

En la zona Bioclimática Ombrófila Macrotérmica, la formación dominante está constituida por bosques de estructura media baja y cobertura variable. Estas formaciones presentan un carácter siempreverde, producto de la distribución regular de las lluvias; presentan una compleja composición florística, debido a su compleja dinámica y ocupan paisajes de *plateau* y lomerío. En segundo término y ocupando

poca extensión se localizan formaciones azonales arbustivas y semi deciduas, conformando asociaciones edáfico-hídricas. CVG Técnica Minera. (1991).

En la ribera del rio Caura se distinguen dos tipos fisionómicos: uno sobre substrato inundable, con una arquitectura típicamente riparia y caracterizada por arboles de baja altura (12m-15m) con abundantes brotes desde la base formando cepas, e inclinados hacia el curso de agua, el otro sobre afloramientos graníticos (domos) fuera del nivel máximo de las aguas, bosque de galería (Figura 2.7). CVG Técnica Minera. (1991).



Figura 2.5 Bosque galería

#### **2.3.4 Clima**

El clima es tropical de sabana y se caracteriza por presentar una estación lluviosa que tiene su máximo en el astronómico (Junio, Julio y Agosto) y el invierno es seco o con poca precipitación es decir, la precipitación media mensual en dichos meses es menor de 60mm. CVG Técnica Minera. (1991).

### 2.3.4.1 Temperatura

La temperatura meda anual estimada para la zona es de 26,8 °C. Las temperaturas medias más altas (27°C) ocurren en los sectores más bajos, correspondiéndose estas con alturas de 40 ms.n.m., aproximadamente. Hacia la parte suroeste de Maripa, en las serranías de Monte Oscuro, Guayapo y Tucuragua se observan temperaturas medias que oscilan entre 23°C y 24°C, asociado a alturas que varían entre 720 ms.n.m.y 550 ms.n.m. El régimen anual de la temperatura media se caracteriza por ser de tipo bimodal, es decir se producen dos máximos durante el año. El principal ocurre entre los meses de marzo-abril y el secundario en el lapso de octubre a noviembre. Las temperaturas medias más baja se registran en los meses de junio, julio y diciembre. CVG Técnica Minera. (1991).

ESTACION	ESTADISTICOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
MARIPA	MEDIA	26.5	27.1	27.9	28.2	27.3	26.4	26.3	26.7	27.0	27.3	27.0	26.3	27.0
	VALOR MAXIMO	27.3	27.9	28.9	29.6	28.7	27.4	27.2	27.7	27.7	27.6	28.1	27.2	27.4
	VALOR MINIMO	25.5	26.1	26.3	26.7	26.6	25.3	25.8	25.9	26.4	26.8	25.9	25.4	26.4
	DESVIACION ESTANDAR	0.58	0.67	0.79	0.92	0.68	0.58	0.42	0.45	0.44	0.26	0.66	0.54	0.34
	COEFICIENTE DE VARIACION	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01

Figura 2.6 Valores de temperatura. (Estación meteorológica de Maripa, Aurora y Mucinacio 1997 – 1985 en CVG Técnica Minera 1991)

### 2.3.4.2 Evaporación

La evaporación total media anual, en el área de estudio, es de 2.300 mm, aproximadamente, de acuerdo al mapa de isolíneas, la evaporación en el área de estudio aumenta desde los 2.000 mm en la zona sur hasta llegar a los 2.800 mm al

este de Mucunacio. Durante el mes de marzo se nota un incremento en el valor de la evaporación que se registra en todas las estaciones del arre y esto ocurre nuevamente, pero con menor intensidad en el mes de octubre. Asimismo, se tiene que la evaporación presenta su menor valor en el mes de junio y un segundo mínimo menos importante se registra durante el mes de diciembre. Los gráficos de la figura 2.7 muestran la variación anual de la evaporación de la estación Maripa. CVG Técnica Minera. (1991).

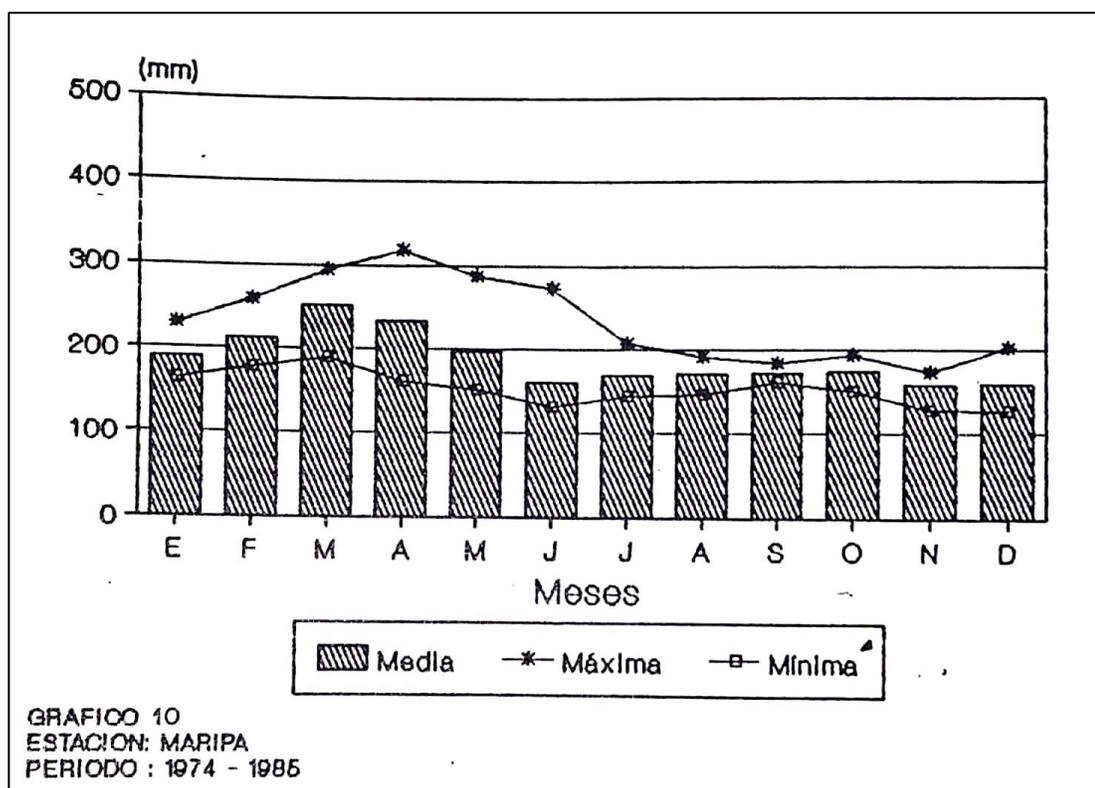


Figura 2.7 Valores de la variación anual evaporación anual. (Estación meteorológica de Ciudad Bolívar F.A.V, Agosto 2006-Julio 2007 en CVG Técnica Minera 1991)

### **2.3.4.3 Precipitación**

El área de estudio cubierta por la hoja NB- 20-01 recibe una precipitación total media anual de 1.800 mm. El régimen pluviométrico, medio anual, se caracteriza por ser de tipo unimodal; es decir, se presenta un solo máximo durante el año. La temporada de lluvias abarca el lapso de abril hasta noviembre, a excepción de las estaciones La Raya, Maripa y Santa Rosalía donde la época de las lluvias se prolonga hasta diciembre. En el periodo de lluvias se recoge aproximadamente, entre el 89% y 98% del volumen total de precipitación. CVG Técnica Minera. (1991).

La mayor pluviosidad, media mensual se registra en agosto en las estaciones La Aurora, La Raya, La Vitera, Maripa y Santa Rosalía siendo esta de 358 mm, en promedio. El periodo seco o de escasa precipitación está conformado por los meses de diciembre hasta marzo, a excepción de las estaciones La Raya, Maripa y Santa Rosalía, donde esta época comienza en enero. El promedio mensual de lluvia en estos meses está por debajo de 60 mm, siendo el mes de febrero el mes más seco del año, para la mayoría de las estaciones. El grafico de la figura 2.8 muestra la variación anual de las precipitaciones mensuales de la estación de Maripa. CVG Técnica Minera. (1991).

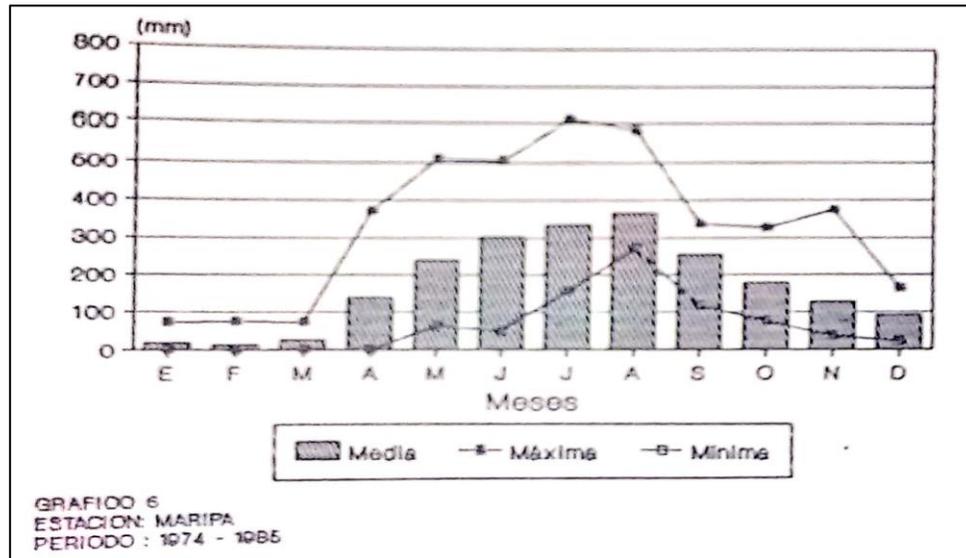


Figura 2.8 Valores de Precipitación mensual. (Estación meteorológica de Maripa, 1974-1985 en CVG Técnica Minera 1991)

#### 2.3.4.4 Vientos

La velocidad media anual del viento varía entre 71 km/h. Según la variación anual de las velocidades del viento, desde enero hasta abril se observan los valores más altos de velocidad de dicha variable, siendo el mes de marzo en el que registra el máximo (12km/h en promedio) entre mayo y agosto la velocidad del viento disminuye, y luego vuelve a incrementarse en el periodo de septiembre a diciembre. En la figura 2.9 se muestra una tabla con el resumen estadístico de los medios mensuales y la media anual de los valores para la velocidad del viento. CVG Técnica Minera. (1991).

ESTACION	ESTADISTICOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
MARIPA*	MEDIA	7.9	10.0	10.8	9.9	7.1	6.2	5.9	4.7	4.6	4.9	5.3	6.2	7.0
	VALOR MAXIMO	10.2	12.1	14.0	13.2	11.3	12.1	12.5	6.7	6.1	7.3	6.9	8.6	9.8
	VALOR MINIMO	5.4	7.3	8.4	6.9	3.6	3.3	2.9	2.9	2.7	2.5	2.3	2.9	5.0
	DESVIACION ESTANDAR	1.61	1.66	1.80	2.08	2.07	2.42	2.55	1.28	1.19	1.53	1.80	1.75	1.28
	COEFICIENTE DE VARIACION	0.20	0.17	0.17	0.21	0.29	0.39	0.43	0.27	0.26	0.65	0.34	0.29	0.22

Figura 2.9 Resumen estadístico de las velocidades del viento en km/h. (Estación meteorológica de Maripa 1974 – 1985 en CVG Técnica Minera 1991)

#### 2.3.4.5 Insolación media

El área de estudio recibe una insolación media anual de 6,3 horas, aproximadamente. Según el mapa de isólinas, los menores valores de insolación, para el área de estudio, se observan en dos centros de 5,6 horas, localizados en los alrededores de las serranías de Monte Oscuro, Guayopo y Tucuragua y al sur de Maripa. Por otra parte, los valores más altos de brillo solar ocurren al este de Mucinacio (7,5 horas). CVG Técnica Minera. (1991).

La variación de la insolación durante el año es bastante pequeña, sin embargo, en los meses de enero y febrero se registra el mayor valor de horas de sol. Los mínimos valores de insolación se registran en junio y diciembre principal y secundario respectivamente. En la figura 2.10, se muestra una tabla con un resumen estadístico de la insolación (horas) para el periodo de 1974-1985. CVG Técnica Minera. (1991).

ESTACION	ESTADISTICOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
MARIPA	MEDIA	6.4	6.4	6.1	5.0	5.1	4.5	5.7	5.8	5.6	5.9	6.1	5.6	5.7
	VALOR MAXIMO	7.6	8.1	7.7	7.1	6.9	6.9	6.7	6.7	6.3	6.7	7.1	7.0	6.4
	VALOR MINIMO	4.8	3.8	4.3	3.6	3.9	3.0	4.7	4.7	4.6	4.8	3.4	4.3	5.1
	DESVIACION ESTANDAR	0.95	1.28	1.11	1.11	1.11	1.08	0.64	0.61	0.59	0.61	1.05	0.87	0.37
	COEFICIENTE DE VARIACION	0.15	0.20	0.18	0.22	0.22	0.24	0.11	0.11	0.11	0.10	0.17	0.15	0.07

Figura 2.10 Resumen estadístico de la Insolación, (Estación Meteorológica-Maripa, periodo 1974-1985 en CVG Técnica Minera 1991)

#### 2.3.4.6 Humedad

La humedad relativa media anual estimada para la zona es de 74%, aproximadamente. CVG Técnica Minera. (1991).

#### 2.3.5 Fauna

La fauna no es abundante, sin embargo, se pueden apreciar algunas aves tales como: loros, arrendajos, paraulatas, azulejos, palomas sabaneras. Mamíferos pequeños tales como: ratones y rabipelados; reptiles: lagartijas, serpientes cazadoras, cascabeles, mato de agua, iguana, entre otros. Los animales que se presentan en la zona son difíciles de observar ya que las presencias de comunidades cercanas hacen que su hábitat este cada vez más reducida obligando a estas especies a emigrar o extinguirse sistemáticamente ya que la caza indiscriminada sin control y la destrucción de su ambiente trae como consecuencia un decrecimiento del número de individuos. CVG Técnica Minera. (1991).

### **2.3.7 Hidrografía**

El río Caura es un río del estado Bolívar, en Venezuela. Este río se ubica entre los municipios Cedeño y Sucre del estado ya nombrado, es decir al sureste de Venezuela. El río tiene una longitud de 723 km hasta desembocar en el río Orinoco. Es el tercer río de Venezuela por su caudal, su afluente más importante, es por la margen izquierda, El río Erebató, también muy caudaloso. Llewelin, W. (1942)

## **2.4 Geología regional**

En el área de estudio, afloran rocas pertenecientes a las Provincias de Imataca y Cuchivero, así como también materiales de origen sedimentarios correspondientes a la formación Mesa, y material aluvial reciente. CVG Técnica Minera. (1991).

### **2.4.1 Complejo de Imataca**

La Provincia Geológica Imataca se extiende en dirección SO-NE desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección NO-SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la Falla de Gurí por unos 550 km y 80 km, respectivamente. No parecen existir razones para que Imataca no se extienda al norte del Orinoco, ni al oeste del río Caura, y por su puesto en tiempos pre-disrupción de la Pangea a África Occidental. Algunas compañías petroleras que perforaron la Faja Petrolífera del Orinoco al comienzo de los años 1980 encontraron rocas de alto grado metamórfico al norte del río Orinoco. Mendoza, V. (2000)

Dentro de la zona de estudio el Complejo Imataca muestra las siguientes litologías; gneises cuarzo feldespáticos-biotíticos, gneises graníticos, migmatitas, rocas características, formaciones de hierro, intrusivas básicas y ácidas. Mendoza, V (2000)

#### **2.4.1.1 Gneises cuarzo feldespáticos-biotíticos**

En esta litología las rocas presentan un aspecto deformado, son de color blanco grisáceo o ligeramente rosa, de grano grueso a medio y por lo general presentan finas vetas de pegmatita que en ocasiones se presentan cortando la foliación o paralelas a la misma. Desarrollan foliación rudimentaria producto de la disposición de la biotita y el cuarzo alargado o debido a la estratificación composicional. Cruz, C. (2005)

En el área de estudio se desarrolla una fisiografía de colinas alargadas y paralelas controladas por rocas gnéisicas y graníticas que contiene intercalaciones de delgados lentes de formación de hierro y de gneis diorítico de color blanco, tal como se puede observar en los cerros La Margarita, Nuevo Mundo y otros en el sector Sur de la hoja. Cruz, C. (2005)

#### **2.4.1.2 Gneises graníticos**

Son rocas duras, densas de grano medio a grueso, de color gris claro con tonos rosas y con puntos negros.

Bajo el microscopio, estas rocas, presentan textura granular, orientada, con tamaño variable, donde el mineral más abundante es cuarzo (45 – 30%), ondulante, recristalizado, bordes suturados y con inclusiones mica, apatito y óxidos de hierro. Le sigue feldespato potásico (20 – 30%) tipo microclino, luego hay plagioclasas (15 – 20%) tipo oligoclasa maclada, la mica presente es por lo general tipo biotítica muy escasa moscovita, en ocasiones asociadas con el piroxeno y como accesorios apatito y óxidos de hierro. Cruz, C. (2005)

### **2.4.1.3 Rocas Cataclásticas**

En la hoja de estudio son comunes los afloramientos de roca con características cataclásticas en sector sur-oeste, donde se le puede observar fracturada y cizallada. En muestra de mano son rocas duras, densas, heterogranulares, de grano medio a grueso y de color variable, gris claro, gris oscuro, rosado y negro. Cruz, C. (2005)

### **2.4.1.4 Migmatitas**

Los afloramientos de migmatitas se encuentran ubicados en el sitio conocido como “Paso de la laja de Curiapo” en el sector del río Marcela, en el tramo Sur de río Mapares, las rocas presentan una textura variable, granítica a irregular, la estructura varía desde una secuencia planar hasta una contorsionada, por lo general tanto la roca huésped como la anfitriona presentan estratificación composicional y localmente porfidoblastos de feldespato tipo microclino. Cruz, C. (2005)

### **2.4.1.5 Formación de Hierro**

Esta litología aflora en capas alternas dentro de la secuencia de gneises cuarzo feldespático. Dada su resistencia a la meteorización y la erosión, generan un paisaje de colinas alargadas que delinear estructuras geológicas. Generalmente presenta estratificación composicional, formada por finas bandas de sílice, intercaladas con bandas ricas en óxido de hierro, las cuales presentan un poco espesor en la zona de estudio con excepción del cerro Curiapo.

En el análisis general petrográfico de estas muestras se observó estructuras de laminación como única estructura primaria presente, su composición mineralógica consiste de cuarzo, magnetita y/o hematina, ortopiroxeno y escasa biotita. Cruz, C. (2005).

#### **2.4.1.6 Anfibolitas**

Son rocas duras densas, homogéneas, de grano fino a medio, orientadas, de color verde oscuro, se presentan por lo general intercaladas con las formaciones de hierro y con menos frecuencia asociada a los gneises cuarzo-feldespáticos. Están compuestas de anfíbol tipo hornablenda, plagioclasas y cuarzo. Cruz, C. (2005)

#### **2.4.1.7 Rocas intrusivas en el Complejo Imataca**

Dentro del área de estudio se ubica en el extremo sur-este, la integran una roca anfitrión tipo gneis cuarzo-feldespáticos, de grano fino a medio, de color rosado y gris, la cual está intrusionada por una roca granítica que sirve como roca huésped, de grano medio a grueso y de color rosado y grisáceo, con vetas pegmatíticas paralelas al bandeamiento, con diaclasas de rumbo varia N 45° O, las cuales controlan en drenaje del área. Cruz, C. (2005)

Granitos: Dentro de la zona de estudio se presentan varios afloramientos de cuerpos graníticos, en forma de domos redondeados de tamaño variable intrusionando al Complejo de Imataca, poseen un carácter alcalino a sub-alcalino y los cuales se presume pertenezcan a los denominados granitos jóvenes. Montgomery and Hurley, 1978 en Cruz, C. (2005)

Cuarzo Dioritas: Afloran en el sector Sur-Oeste de la hoja en las áreas de sabana, son rocas duras densas, heterogranulares, con ligera orientación de los minerales máficos y de color variable, gris oscuro, rosado y blanco. Montgomery and Hurley, 1978 en Cruz, C. (2005).

#### **2.4.1.8 Intrusivas Básicas**

Diabasas: En la región de estudio, se presentan en forma de diques, con dirección N 30°-45° O, con un espesor entre 10-20 metros y una longitud que varía de 1-5 kilómetros. Estas son rocas duras, densas homogéneas, de grano fino y de color gris oscuro. Bajo análisis macroscópico está compuesta de plagioclasas tipo labradorita, maclada y piroxeno tipo augita diopsidica. Cruz, C. (2005)

#### **2.4.2 Formación Mesa**

La Formación Mesa, con un espesor muy variable que disminuye de norte a sur, máximo de 275 m a mínimo de 20 m, tiene su localidad tipo en la Mesa de Guanipa, Tonoro y Santa Bárbara del estado Monagas. Litológicamente se compone en Guanipa de arenas de grano grueso y gravas con cemento ferruginoso cementadas y muy duras, conglomerado de color casi rojo a negro y lentes discontinuos de arcillas y capas de caolín. En la Mesa de Tonoro se observan capas lenticulares de conglomerados, arenas y algunas arcillas. En Santa Bárbara de Maturín la parte superior consiste de gravas con intercalaciones de arenas y arcilla y la parte inferior está formada por clásticos finos. En los llanos centro-orientales está constituida por arenas no compactadas. Mendoza, V. (2000)

Según González de Juana (1946) en Mendoza, V (2000) la Formación Mesa es producto de una sedimentación lluvia-deltaica y paludal, resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el este en la misma forma que avanza hoy el delta del río Orinoco. Localmente representa depósitos torrenciales y aluviales, contemporáneos con un levantamiento de la Serranía del Interior.

La Formación Mesa comprende los estados Guárico, Anzoátegui, Monagas, Bolívar y Sucre, en el norte del país es producto de la Serranía del Interior y aflora

desde la Serranía al Norte, extendiéndose por toda la Cuenca Oriental de Venezuela. Abarca una parte de la margen sur del Orinoco, desde la Curva del Infierno al oeste hasta Delta Amacuro al este, en donde se hace más potente. Mendoza, V. (2000)

Al sur del país la formación es producto del Escudo de Guayana de Venezuela, en donde los estratos de la Formación Mesa forman un borde biselado e irregular sobre las rocas del Complejo de Imataca. Mendoza, V. (2000)

### **2.4.3 Sedimentos recientes**

Estos sedimentos son materiales provenientes de la desintegración de los constituyentes litológicos de la Formación Mesa y del Complejo Imataca, los cuales son arrastrados por las aguas de escorrentía, el viento y los ríos de la zona. Los materiales incluyen cantos, gravas, limos y partículas en suspensión y han sido depositados desde el Holoceno hasta el presente. Mendoza, V. (2000)

### **2.4.4 Provincia Geológica de Cuchivero**

Esta provincia está compuesta por grandes extensiones de rocas plutónicas de emplazamiento Epizonal y Epi-meso-zonal y por rocas volcánicas, en mayor proporción meta volcánicas y meta sedimentarias. Dentro de las rocas plutónicas predominan los granitos alcalinos, granitos, cuarzo monzonitas, con granodioritas y tonalitas menos frecuentes, y escasas dioritas. En las volcánicas dominan los tipos ácidos representados por extensos depósitos de flujo de tobas de cenizas y lavas de composición riolítica alcalina, riolita, riodacita, dacita y latita cuarcífera. Mendoza, V (2000)

En Venezuela tiene su mayor desarrollo hacia la parte occidental del Estado Bolívar, oeste del río Caura, al oeste de la provincia estructural de Imataca o Bolívar. Mendoza, V. (2000)

## **2.5 Geología Económica**

En las dos provincias antes mencionadas, se encuentran yacimientos de hierro, oro y diamante de origen aluvial.

En la provincia de Imataca, en la región de la hoja NB-20-1, no se conocen indicios de mineralizaciones.

La provincia de Cuchivero se encuentra constituida por grandes extensiones de rocas graníticas, macizas, con una granulometría variable de grano fino, medio y grueso, estos granitos presentan también diferentes tonalidades sugiriendo de esta forma un potencial geoeconómico posible para la fabricación de láminas de recubrimiento y embellecimiento de edificios. CVG Técnica Minera. (1991).

Hacia la zona media y alta del río Sipao se detectó un afloramiento de rocas máficas con intrusiones de cuarzo, en donde se pudo apreciar mineralizaciones de sulfuros; el más común es la pirita lo que podría indicar la posibilidad de algún yacimiento, principalmente de oro. CVG Técnica Minera. (1991).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes de la investigación**

Para el desarrollo de este proyecto se realizó la consulta de varios estudios previos relacionados con el área de estudio, a continuación, se presentan los aportes realizados por los diferentes autores:

Reyes (2000), desarrolló un estudio de factibilidad a través de los análisis de mercado, técnico y económico-financiero relativos a la instalación de una planta arenera ubicada en el Municipio de Caucagua, Distrito Acevedo del Estado Miranda. El estudio se basó en los siguientes objetivos específicos: evaluar la demanda y la oferta de la planta arenera, determinar el precio adecuado para los productos, determinar el sistema de comercialización, determinar mediante el estudio técnico, el tamaño óptimo del proyecto, los costos operativos y la tecnología a utilizar, y determinar mediante el estudio económico-financiero la viabilidad o no del proyecto.

Acevedo y Guerra (2005), realizaron un proyecto de explotación de caliza acorde a los siguientes objetivos: calcular los costos de explotación de un yacimiento a cielo abierto, determinar el precio de venta final por tonelada de mineral, estudiar el mercado del cemento como posible comprador del mineral y finalmente estimar la inversión requerida para la puesta en marcha del proyecto.

Uribe (2011), realizó un proyecto acerca de la extracción y venta de áridos en la comuna de Puerto Montt, en donde la cantidad de proyectos ligados al sector construcción, en ésta y otras zonas aledañas, ha generado una alta demanda de áridos para el sector construcción. En este proyecto utilizando información obtenida por

medio de encuestas, entrevistas e investigación en terreno, se elabora un proyecto comercial con un horizonte de estudio de diez años. Finalmente, al dar uso de herramientas de evaluación de proyectos, se obtienen resultados rentables y viables para la creación y formación de una empresa.

Balcucho y Salazar (2016), realizaron un estudio de factibilidad técnico-económico-ambiental de arena lavada como agregado en la industria para la construcción. Para el desarrollo de este trabajo fue necesaria la determinación de las propiedades físico – químicas de la arena con el fin de determinar la calidad y el uso de las misma, una estimación de reservas de arena lavada y el análisis económico para evaluar la rentabilidad del proyecto en un lapso de 3 años, dicho proyecto resulto ser factible con una tasa interna de retorno de 97 % y una tasa mínima atractiva de retorno de 30 %.

Agelviz y Blanco (2016), realizaron un estudio de factibilidad técnico económico ambiental para la extracción de arena lavada en una sección del rio Orocopiche, para ser utilizado como agregado de la construcción. Para llevar a cabo dicha investigación se planteó especificar la calidad de la arena, realizar levantamiento de bancos de arena, determinar el método de explotación, analizar la factibilidad económica de la arenera, a partir del cálculo de las variables VPN y TIR, identificar los impactos ambientales generados por la actividad minera, evaluar dichos impactos, así como también establecer las posibles medidas preventivas, mitigantes y correctoras para cada uno.

Arcas (2016), realizó una evaluación técnico-económica para el aprovechamiento de arena lavada como material de construcción en una sección del rio Orinoco, ubicada en la Zona Industrial Cañaverl municipio Caroní, estado Bolívar. El desarrollo de este proyecto se basó en los siguientes objetivos específicos, la determinación de las propiedades físico – química de la arena lavada de dicha zona

en estudio, la elaboración de un plan de explotación y la determinación de rentabilidad del proyecto mediante una evaluación económica tomando en cuenta el valor presente neto y la tasa interna de retorno para un periodo de 5 años, en función de sus reservas de arena y producción de la misma.

### **3.2 Minería**

Es la obtención selectiva de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre. Es aquella actividad industrial básica dedicada a la obtención de geo recursos para el abastecimiento a la población de materias primas. Bajo esta óptica, desarrollar y explotar una mina será producir una sustancia mineral, que es demandada por la sociedad a través de un mercado y comercializarla a un precio remunerador. Herrera. (2006)

#### **3.2.3 Minería de Superficie**

La minería a cielo abierto se caracteriza por los grandes volúmenes de material que se deben mover. La disposición del yacimiento y el recubrimiento e intercalaciones de material estéril determinan la relación estéril/mineral con que se deben extraer este último. Este parámetro comúnmente denominado ratio puede ser muy variable de unos depósitos a otros, pero en todos condiciona la viabilidad económica de las explotaciones y, consecuentemente, la profundidad que es posible alcanzar por minería de superficie. Existen distintos tipos de minería a cielo abierto los cuales se emplean dependiendo de la geometría del yacimiento y de sus características geomecánicas o geológicas. López J., Rodríguez, R., Rascon, A., Gutierrez, L., Montes, J., Ortega, F., Panizo, R. (1991).

### **3.3 Material de construcción**

Es una materia prima o con más frecuencia un producto manufacturado, empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil. Estos mismos de construcción se emplean en grandes cantidades, por lo que deben provenir de elementos primos abundantes y de bajo coste. Por ello, la mayoría de las construcción se elabora a partir de materiales de gran disponibilidad como arena, arcilla o piedra. Estos tienen como característica común el ser duraderos. Dependiendo de su uso, además deberán satisfacer otros requisitos tales como la dureza, la resistencia mecánica, la resistencia al fuego, o la facilidad de limpieza. Materialesconstruccion. (2010)

### **3.4 Cantera**

Las canteras son bastante similares a las minas de cielo abierto, y el equipo empleado es el mismo. La diferencia es que los materiales extraídos suelen ser minerales industriales y materiales de construcción. Por lo general, casi todo el material que se obtiene de la cantera se transforma en algún producto, por lo que hay bastante menos material de desecho. A su vez, esto significa que al final de la vida útil de la cantera queda una gran excavación. No obstante, debido a los bajos precios que suelen tener los productos de la mayoría de las canteras, éstas tienen que estar situadas relativamente cerca de los mercados. Si no fuera así, los gastos de transporte podrían hacer que la cantera no fuera rentable. Por esta razón muchas se encuentran cerca de aglomeraciones urbanas. También supone que las cavidades creadas por muchas canteras adquieren un cierto valor como vertederos de residuos urbanos. En las cercanías de las grandes ciudades, no es imposible que la excavación creada por la cantera tenga un valor superior al del material extraído. Herrera (2006)

Debido al bajo coste actual del transporte marítimo se están abriendo nuevos tipos de grandes canteras costeras. Estas canteras pueden servir a mercados alejados, porque los gastos de transporte son lo bastante bajos como para que sus productos sigan siendo competitivos. Herrera (2006)

En esta categoría también se incluye la minería para explotación de bloques de rocas ornamentales. Aquí los métodos y equipos difieren sustancialmente de las canteras de rocas industriales. Herrera (2006)

### **3.5 Dragado**

El dragado es una excavación mecánica que se realiza bajo el agua de un depósito tipo placer, el nombre de este método deriva de la maquinaria que se utiliza para realizar la excavación es conocida dragalina o draga. Herrera (2006).

Para realizar este método es necesario que el área donde se encuentra el yacimiento este bajo el agua, es decir inundada para que pueda operar la dragalina, que no es más que un sistema de extracción del material blando que se encuentra en el fondo de la inundación, río o laguna, y está sobre un bote para poder flotar, además utiliza un balde y un sistema de cuerdas para arrancar, acarrear y sacar a superficie el material de interés. Herrera (2006).

#### **3.5.1 Dragado por succión**

La extracción se realiza por aspiración del material a través de una conducción. Dicha succión puede llevarse a cabo mediante una bomba hidráulica (dragas hidráulicas) o por medio de un sistema de inyección de aire (dragas neumáticas). Arcas (2016)

Cuando el material a excavar presenta cierta compacidad, se combinan ambas técnicas, dotando a la draga de succión de cortador, que es un elemento cortador en el cabezal de tubo de aspiración. El dragado por succión es un método útil cuando los materiales a dragar son sedimentos sueltos, arenas, gravas o arcillas blandas, no siendo adecuadas en terrenos duros o compactos, porque la corriente creada por la bomba de succión no es capaz de disgregar y arrastrar tales productos. Arcas (2016)

### **3.5.2 Dragas de succión estacionaria**

Estas dragas realizan el dragado ancladas en un punto, sin desplazarse mientras se produce la succión. Las dragas de succión estacionario no incorporan cantara, y el transporte se realiza mediante gánguiles auxiliares, o a través de tuberías si la zona de vertido esta próxima a la de extracción. Arcas (2016)

Estos equipos están diseñados para dragar productos sueltos no cohesivos, hasta arenas de grano medio, aunque el tipo de material depende también de la capacidad de la bomba de succión. La profundidad mínima de operación de estas dragas se sitúa en torno a los 3 metros alcanzando profundidades elevadas de hasta 50 metros. Arcas (2016)

### **3.5.3 Ciclo del dragado**

1. Excavación.
2. Transporte vertical desde el fondo hasta la superficie del agua.
3. Provisión de los medios de resistencia necesarios para contrarrestar los efectos de las fuerzas que actúan sobre la draga (fuerzas debidas al corte del material, a la excavación, al viento y a las fuerzas hidráulicas).
4. Transporte horizontal.

5. Descarga del material de dragado. Arcas (2016).

### **3.5.4 Ley básica del dragado**

El conocimiento de los principios básicos de una industria es un pre-requisito para que las operaciones económicas sean prosperas. Esto es particularmente importante en la industria del dragado que creció como una gran industria antes de la utilización de las técnicas modernas de desarrollo, y por lo tanto tiene un gran número de prácticas y creencias basadas en experiencias inapropiadas y rumores. Se considera entonces necesaria la exposición de las leyes básicas del dragado expresando la relación de cada factor significativo con la producción de la draga. Arcas. (2016)

#### **3.5.4.1 La producción**

La producción es normalmente expresada en m<sup>3</sup>/hora, el flujo o caudal en m<sup>3</sup>/s, considerando la producción como el material extraído del fondo del río, incluyendo el volumen de vacíos. Ella varía con la concentración promedio de sólidos de flujo. Arcas. (2016)

#### **3.5.4.2 Concentración promedio de sólidos**

Es igual a la concentración pico de sólidos por la eficiencia del dragado. La concentración pico (%) de sólidos es el porcentaje máximo de sólidos que puede producirse en la tubería de succión en un momento dado, y está limitado por el punto de cavitación de la bomba de dragado. La eficiencia del dragado es la relación por cociente entre la concentración promedio de sólidos y la concentración pico, y puede ser explicado simplemente como el porcentaje de tiempo que la bomba opera a vacío total, justo próximo a la cavitación, pero sin llegar a ella. Arcas. (2016).

### 3.5.4.3 Concentración máxima de sólidos

La concentración de sólidos varia con la velocidad de succión vs el tipo de sólidos y el diámetro de la tubería de succión es aparente que a una baja velocidad no hay una alta concentración de sólidos debido a que la baja turbulencia limitaría la capacidad de arrastre de flujo. Es de enfatizar que es la velocidad de succión la que levanta las partículas y en consecuencia la que determina la concentración de sólidos. Arcas. (2016)

El tipo de sólidos también afecta la concentración a una velocidad dada. Si la partícula es relativamente grande y densa, una mayor turbulencia es requerida para mantenerla en suspensión. Con respecto a este aspecto son necesarios datos empíricos ya que desarrollos de ecuaciones teóricas están basados en materiales homogéneos. El factor que más frecuentemente afecta la concentración de sólidos es el diámetro de tubería de succión ( $D_s$ ). Arcas. (2016)

Un breve análisis a cualquier ecuación de fricción en una tubería mostraría que a una velocidad dada, la fracción (y por lo tanto la turbulencia) decrece a medida que el diámetro aumenta este decrecimiento de la tubería conlleva que se transporte menos cantidad de material. Por lo tanto, para transportar la misma concentración (%) de sólidos en una tubería de pequeño diámetro que una de diámetro mayor, se requiere una velocidad más alta en esta última para obtener la misma turbulencia. La concentración de sólidos es inversamente proporcional a la raíz cuadrada del diámetro. Arcas. (2016)

#### 3.5.4.4 La tasa de producción máxima

La producción varía con el área de la tubería de succión. Una bomba de dragado es una maquina hidráulica que evacua su carcasa. No puede por sí misma elevar hasta ella el material a dragar. La única fuerza disponible para elevar la mezcla hasta la bomba es la presión barométrica. Si una bomba opera a una velocidad mayor que la cantidad de mezcla que la presión barométrica puede aportar, entraría en cavitación. Arcas. (2016)

El análisis de la ecuación de la carga dinámica (h):  $h=v^2/2g$ , muestra que h varía con el cuadrado de la velocidad del flujo ( $V^2$ ) y la velocidad (V). Debido a que la h disponible a forzar la mezcla a través de la tubería de succión depende solamente de la presión barométrica (constante al nivel del mar), la velocidad máxima es una constante. Y dado que el caudal:  $Q=Vs*As$ , si la velocidad de flujo ( $Vs$ ) es constante, el caudal y por lo tanto la producción de sólidos es proporcional al área ( $As$ ). Arcas. (2006)

#### 3.5.4.5 Numero de Reynolds

El número de Reynolds (Re), que es un grupo adimensional. viene dado por el cociente de las fuerzas de inercia por las fuerzas debidas a la viscosidad.

Para tuberías circulares, en flujo a tubería llena,

$$\text{Numero de Reynolds } Re = \frac{Vd\rho}{\mu} \quad \text{o} \quad \frac{Vd}{\nu} = \frac{V(2r_o)}{\nu} \quad (3.1)$$

donde V = velocidad media en m/s

d = diámetro de la tubería en m,  $r_o$  = radio de la tubería en m

$\nu$  = viscosidad cinemática del fluido en  $m^2/s$

$\rho$  = densidad del fluido en UTM /m<sup>3</sup> o kps<sup>2</sup>/m<sup>4</sup> o kg/m<sup>3</sup> o Ns<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

$\mu$  = viscosidad absoluta en kg s/m<sup>2</sup> o Ns/m<sup>2</sup>

Cuando  $Re > 2.000$  se considera como un flujo turbulento

$Re < 2.000$  se considera de flujo laminar. Giles, R. Evett, J. Liu, C. (1994)

- ✓ Flujo turbulento: En el flujo turbulento las partículas fluidas se mueven de forma desordenada en todas las direcciones. Es imposible conocer la trayectoria de una partícula individualmente.
- ✓ Flujo laminar: En el flujo laminar las partículas fluidas se mueven según trayectorias paralelas, formando el conjunto de ellas capas o láminas. Los módulos de las velocidades de capas adyacentes no tienen el mismo valor. Giles, R. (1994)

### 3.5.4.6 Formula de Darcy – Weisbach

Es la fórmula básica para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías y conductos. La ecuación es la siguiente:

*Perdida de carga =*  
*coeficiente de fricción*  $f \cdot \frac{\text{longitud } L}{\text{diametro } d} \cdot \text{altura de velocidad } \frac{V^2}{2g}$

$$H_f = f \left( \frac{L}{d} \right) \left( \frac{V^2}{2g} \right) \quad (3.2)$$

Donde:

$L$  = longitud de la tubería (m)

$f$  = coeficiente de fricción adimensional

$d$  = diámetro de la tubería (m)

$V^2$  = velocidad media del fluido ( $\frac{m}{s}$ )

$g$  = aceleración de la gravedad  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Giles, R. (1994)

### 3.5.4.7 Coeficiente de fricción

El factor o coeficiente de fricción puede deducirse matemáticamente en el caso del régimen laminar, más en el caso de flujo turbulento no se dispone de relaciones matemáticas sencillas para obtener la variación de  $f$  con el número de Reynolds. Giles, R. (1994)

Por tanto, para régimen laminar en todas las tuberías y para cualquier fluido, el valor de  $f$  viene dado por:

$$f = 64/Re \quad (3.3)$$

$Re$  tiene un valor práctico máximo de 2.000 para que el flujo sea laminar. Giles, R. (1994)

Para tuberías lisas, Blasius en Giles, R. (1994) ha sugerido, con el número de Reynolds comprendido entre 3.000 y 100.000.

$$f = 0,316/Re^{0,25} \quad (3.4)$$

### 3.5.4.8 Altura de aspiración neta positiva disponible

El NPSH depende del caudal, la presión, las pérdidas de carga y la altura de aspiración y descarga. El fabricante de la bomba indica un valor de NPSH cuyo valor se expresan en metros y para que la bomba tenga el tamaño adecuado se debe comprobar que el NPSH calculado supere la NPSH suministrada por el fabricante en al menos 0,5 metros. De lo contrario podría haber problemas de cavitación. Direct Industry. (2019)

Si el problema de cavitación persiste, se pueden considerar algunos cambios para aumentar la NPSH, por ejemplo:

1. Reducir la velocidad de la bomba
2. Instalar una manguera de aspiración de mayor diámetro
3. Reducir las pérdidas de presión

$$NPSH_D = \frac{0,7 (P_S - P_V)}{G.E} - Z - h = (m) \quad (3.5)$$

Donde:

$P_S = 14,7 \text{ PSI}$  (Presión atmosférica)

$P_V = 0,2563 \text{ PSI}$  (Presión de vapor del agua)

$G.E = 1$  (Gravedad específica del agua)

$Z =$  Altura de succión.

$h = m$  (Perdidas cargas primarias y secundarias). Direct Industry. (2019)

### 3.5.4.9 Concentración de sólidos en volumen

Corresponde al porcentaje que tiene el volumen o flujo volumétrico del sólido, respecto del flujo o flujo volumétrico de la pulpa. Es decir,

$$CV = \frac{\text{Peso o flujo volumetrico del mineral}}{\text{Peso o flujo volumetrico de la pulpa}} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (3.6)$$

Bernal, I. (2015).

### 3.5.4.10 Densidad de la pulpa

Se define como la razón entre el peso o flujo másico de una pulpa, y su peso o flujo volumétrico. Es decir,

$$\rho_P = \frac{m_1 + m_2}{v_1 + v_2} \left( \frac{kg}{m^3} \text{ o } \frac{tn}{m^3} \right) \quad (3.7) \text{ Bernal, I. (2015).}$$

### 3.5.4.11 Potencia requerida por la bomba

La potencia absorbida por una bomba centrífuga es la requerida por esta en su acoplamiento o al eje de la máquina de accionamiento, potencia mecánica que se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$P_B = \frac{(H_B)(\rho)(g)(Q)}{\eta} = W \quad (3.8)$$

Donde:

$P_B$  = Potencia requerida (W)

$H_B$  = Perdas de cargas totales (m)

$\rho$  = Densidad del fluido kg/m<sup>3</sup>

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

$\eta$  = Eficiencia de la bomba Giles, R. (1994)

#### **3.5.4.12 La velocidad óptima**

Varía con la profundidad de dragado, analizando la ecuación de energía en la línea de succión puede notarse que la suma de la carga de velocidad ( $h_v$ ), la pérdida de carga por entrada ( $h_e$ ), pérdidas por fricción ( $h_f$ ) y la carga adicional requerida para pesos específicos relativos mayores que 1 ( $h_r$ ), es igual a la carga barométrica (sin considerar la profundidad de dragado) que es necesaria para producir la carga de velocidad necesaria a medida que la profundidad de dragado aumenta. Una reducción en la carga de velocidad reduce la velocidad y requiere una reducción en la velocidad de la bomba. Por lo tanto, el caudal y la velocidad de rotación deben disminuir a un valor óptimo a medida que la profundidad del dragado aumente. Arcas. (2016)

#### **3.5.4.13 Distancia de transporte**

La longitud de la tubería de descarga varía con la potencia de la bomba de la regla anterior (la velocidad del dragado depende de la profundidad del dragado) se infiere que el caudal es constante a una profundidad dada y debido a que la eficiencia es única a un caudal dado, se establece que la potencia varía con la carga total de la bomba que a su vez varía con la longitud de la tubería de descarga (por estar ya fijada la succión). Por lo tanto, la potencia no determina la máxima salida de material si no cuán lejos puede ser bombeada. Si se desea bombear a distancias mayores, el único recurso, aparte de instalar una estación de rebombeo (booster) es reducir el peso específico de la mezcla o el % de sólidos y por tanto reducir la producción debido a las limitaciones de potencia. Arcas. (2006)

Limitaciones de la tasa de producción: la producción de una draga está limitada por condiciones de succión (carga barométrica), potencia disponible de la bomba (requerimiento del caudal de descarga y de velocidad). Arcas. (2016)

### **3.6 Recurso mineral**

Es una concentración u ocurrencia de material natural, sólido, inorgánico, u orgánico fosilizado terrestre de tal forma, cantidad, y calidad que existe una razonable apreciación acerca de su potencial técnico- económico. La localización, tonelajes, contenidos, características geológicas, y el grado de continuidad de la mineralización es estimada, conocida, o interpretada a partir de específicas evidencias geológicas, metalúrgicas, y tecnológicas. El Recurso Minero se puede subdividir en; inferido, indicado y medido. López y otros (1991)

A) Recurso Mineral Inferido; es aquel donde se puede estimar el tonelaje, ley y contenido de mineral con un bajo nivel de confianza. Se infiere a partir de evidencia geológica y se asume, pero no se certifica la continuidad geológica ni de la ley que podría existir en el lugar. López y otros (1991)

B) Recurso Mineral Indicado; es aquel donde puede estimarse con un nivel razonable de confianza el tonelaje, densidad, forma, características físicas, ley y contenido mineral. Se basa en información sobre exploración, muestreo y pruebas reunidas mediante técnicas apropiadas en ubicaciones demasiado distanciadas o con un espaciamiento inapropiado. López y otros (1991)

C) Recurso Mineral Medido; la cantidad se calcula por las dimensiones reveladas en afloramientos, calicatas, labores mineros y sondeos. La ley y la calidad se calculan a partir de los resultados de un muestreo detallado. La inspección, toma de muestras y medidas se han realizado a distancias tan cercanas y el carácter

geológico es tan bien definido que el tamaño, forma, profundidad y contenido mineral del recurso están claramente establecidos. López, J. y otros (1991)

### **3.7 Reserva Minera**

Es la porción económicamente explotable de un recurso mineral medido o recurso mineral Indicado demostrado por al menos un Estudio de Prefactibilidad. Este estudio debe incluir una adecuada información sobre la Minería, procesamiento, metalurgia, factores económicos, y otros factores relevantes que demuestren, al momento de la presentación del informe, que la extracción económica puede ser justificada. Una reserva minera incluye materiales diluyentes y provisiones por pérdidas que pueden ocurrir cuando el material es extraído. López y otros (1991)

(a) Reserva Probable: es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral indicado donde se han realizado evaluaciones apropiadas para la fecha y así justificar razonablemente que la extracción puede efectuarse. López y otros (1991)

(b) Reserva Probada: es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral medido donde se han realizado evaluaciones apropiadas para la fecha y así justificar razonablemente que la extracción puede efectuarse. López y otros (1991)

### **3.8 Arenas**

La arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas. Geológicamente se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano de arena. Una roca consolidada y compuesta por estas partículas se denomina arenisca. Las partículas por debajo de los 0,063 mm y hasta 0,004 mm se denominan limo, y por

arriba de la medida del grano de arena y hasta los 64 mm se denominan grava. Beunza, Y. (2011) en Balcucho, D. y Salazar, F. (2016).

### **3.8.1 Atributos físicos de arena**

El volumen de un grano de arena de cuarzo, de un diámetro de 0,06 mm (el límite inferior), es  $1,13 \times 10^{-13} m^3$  con una masa de  $3 \times 10^{-7} g$ . En el límite superior, el volumen y la masa de un grano de arena con diámetro de 2,10 mm son  $4,85 \times 10^{-9} m^3$  y  $1,28 \times 10^{-8} g$ . Beunza, Y. (2011) en Balcucho, D. y Salazar, F. (2016).

### **3.8.2 Granulometría**

Es el método analítico para determinar el grado de finura de las partículas de los sólidos granulares o pulverulentos, usando diferentes tamices superpuestos, en orden de diámetro de poro o malla empezando por el de menor diámetro desde abajo. Beunza, Y. (2011) en Balcucho, D. y Salazar, F. (2016).

### **3.8.3 Clasificación de las arenas**

De río por la disgregación de cantos rodados.

De mina cuando los sedimentos disgregados son depositados en el interior de la tierra formando capas, de forma angular, de color azul, gris y rosa, los de color rosa contienen óxido de hierro. Beunza, Y. (2011) en Balcucho, D. y Salazar, F. (2016).

### **3.8.4 Composición y origen de la arena**

El principal componente de la arena es la sílice o dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), y su origen es muy variado; puede extraerse de los ríos o lagos, en algunas ocasiones se encuentra en los depósitos volcánicos, o puede provenir a partir de roca triturada por medios mecánicos, cuando el hombre simula las fuerzas que provocan la desintegración química y mecánica de las rocas bajo meteorización y abrasión. En general, la propiedad fundamental de la arena proviene de su capacidad para reducir las fisuras que aparecen en la mezcla al endurecerse. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016).

### **3.8.5 Caracterización de las arenas**

La arena lavada (extraída de ríos) es un agregado fino utilizado para la preparación de mezclas de concreto. La calidad de este material es muy importante, pues el mismo cumple ciertas funciones que pueden contribuir a la reducción de costos y aporte de resistencia a la mezcla. Para garantizar su calidad, es necesario hacerle al agregado una serie de estudios normativos. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

Los agregados se caracterizan principalmente por su composición granulométrica que es una medida de la distribución de tamaños de partículas que componen el agregado. Este es un parámetro de control de calidad muy importante a tener en cuenta. La distribución granulométrica se determina de forma indirecta mediante el uso de tamices normalizados que permiten dividir una muestra representativa en fracciones retenidas en cada cedazo y de ahí se puede determinar su composición granulométrica. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

### **3.8.6 Propiedades técnicas de las arenas**

Las exigencias impuestas a las arenas son muchas y muy variadas, según las diversas aplicaciones, se puede elaborar un catálogo amplio sobre las principales propiedades técnicas. Entre éstas se pueden mencionar las siguientes:

Distribución granulométrica.

Dureza.

Formas de grano.

Pureza, vale decir, no deben contener partes indeseadas de sustancias orgánicas, arcillosas, barrosas ni solubles en agua en el granulado ni en la mezcla de granos. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

### **3.8.7 Clasificación de las arenas de acuerdo con el tamaño de sus granos**

Arenas gruesas son aquellas que pasan una malla de 5 mm y son retenidas por otra de 2 mm.

Arenas medias son aquellas que pasan una malla de 2 mm y son retenidas por otra de 0,5 mm.

Arenas finas son aquellas que pasan una malla de 0,5 mm y son retenidas por otra de 0,02 mm. Beunza, Y. (2011) en Balcucho, D. y Salazar, F. (2016)

### **3.8.8 Usos de la arena lavada**

Los áridos se pueden clasificar de diferentes formas en función del proceso de obtención o de su uso y aplicación, dependiendo del propósito del análisis. Es así como en el área de la construcción, la arena y la grava se utilizan para:

1. Hormigón armado y pretensado o no armado.
2. Piedras de hormigón y piezas prefabricadas de hormigón, como elementos de albañilería, pastelones, tubos o durmientes para ferrocarril.
3. Cubiertas de calzada de hormigón.
4. Mortero de albañilería y estucos, solados.
5. Ladrillos.
6. Capas de protección contra heladas y capas de apoyo en la construcción de caminos y carreteras.
7. Asfalto, gravilla y arena de chancado, obtenidos de gravas gruesas, entre otros usos, para la construcción de caminos y carreteras.
8. Arena de dispersión y chorro. Uribe, P. (2011)

#### **3.8.8.1 Hormigón**

En la actualidad, la mayor parte del cemento que se produce se emplea en la fabricación de hormigón por el gran número de aplicaciones que tiene, empleándose en cimientos, forjados, columnas, etc. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

Los componentes del hormigón son cemento, arena y grava, y agua en diferentes proporciones, según el tipo de hormigón que se desee obtener, es decir, según sus condiciones de dureza, tiempo de fraguado y resistencia a los agentes medioambientales. Las arenas empleadas en la fabricación del hormigón pueden ser de granos medios y gruesos. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

#### **3.8.8.2 Morteros**

El mortero es la mezcla de uno o más aglomerantes junto con agua y arena, pudiéndose añadir también otros componentes o aditivos para mejorar las

propiedades, y que sirve como elemento de unión entre materiales, y como revestimientos en enlucidos o enfoscados. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

La arena empleada puede ser de grano fino, medio o grueso, y su naturaleza geológica no afectará a la resistencia del mortero, siempre que sean duras y no reaccionen con el aglomerante de forma desfavorable, como ocurre con las arcillas, escorias, carbones, limos y materia orgánica, sustancias que sólo se admiten en porcentajes inferiores al 3%. Sin embargo, si afectará a la resistencia la forma de los granos de arena, produciendo morteros más resistentes las arenas de grano anguloso que las de grano redondeado. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

#### **3.8.8.3 Microconcreto**

El Microconcreto es un mortero compuesto de agregado fino (arena), cemento y agua convenientemente dosificado para elaborar mezclas trabajables. De tal manera que, su comportamiento sea similar al del concreto, tanto en estado fresco como en estado endurecido. Su uso es aplicable en la reparación de estructuras de concreto armado. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

Para la elaboración de la mezcla las arenas ideales son las finas de tamaño no mayor de 3/8", convirtiéndola en un producto pastoso y moldeable que conserva prácticamente las características del concreto. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

#### **3.8.8.4 Concreto asfáltico**

Las mezclas asfálticas consisten en una combinación de agregados uniformemente mezclados, aglutinados por cemento asfáltico. Para la cantidad y tipo

de asfalto usado, se determinan las características de la mezcla por las cantidades relativas de agregado grueso, agregado fino y polvo mineral. Los agregados y el asfalto son combinados en una planta de mezclado en la cual todos los materiales constituyentes son calentados, dosificados y mezclados para producir la mezcla de pavimentación asfáltica deseada. La calidad del agregado fino se verifica mediante el ensayo equivalente de arena. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

### **3.9 Ciclo de vida del árido**

Las etapas del ciclo de vida del árido corresponden a los distintos tipos de proyectos involucrados que deben desarrollarse para ejecutar una determinada actividad productiva relacionada con el uso de la arena. Es así como se identifican las siguientes etapas: yacimiento, extracción, almacenamiento, carga y transporte. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

La primera etapa corresponde al estudio y análisis del yacimiento, donde los aspectos más relevantes se refieren al estudio de las características geológicas y potencialidades de las reservas. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

Con relación a la etapa de extracción, es importante distinguir dos tipos de proyectos de extracción, en función del área espacial en la cual se desarrollan. Entre éstos se pueden mencionar las extracciones en banco arenoso y cauce natural. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

La etapa de almacenamiento comprende los centros de acopio de material, donde se deposita la arena extraída. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

En referencia a la carga, se realiza directamente de patios de almacenamiento, posteriormente vuelve a ser cargado y vaciado en camiones. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

### **3.9.1 Banco de arena**

Un banco de arena es la acumulación de arena, grava o guijarros a lo largo del litoral o en el lecho de un río. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

#### **3.9.1.1 Formación de bancos de arena de río.**

El agua de río arrastra sedimentos, arena y arcilla en su estrecho canal, pero al llegar a la desembocadura del río el canal ya no puede confinar el agua. Esta pierde energía rápidamente y por lo tanto pierde su habilidad para arrastrar su carga. Sin embargo, dado que la arena es la más pesada, el agua arroja la arena cerca de la desembocadura, ocasionando la formación de un banco de arena de río. Algunas veces pueden crecer hasta el punto en el que pueden bloquear completamente la desembocadura, provocando inundaciones en las partes bajas del río. Agelviz, C. y Blanco, A. (2016)

### **3.10 Vida de la mina**

La vida de la mina se refiere al tiempo en que se tardara en explotar el yacimiento mineral. Se estima en función a la demanda del mineral aprovechado, la cual podrá extenderse o reducirse de acuerdo a la demanda si la misma a futuro disminuye o incrementa. Chacón, E. (1997)

En el proyecto a realizarse la vida útil de la mina se estimará partiendo de la producción anual establecida de acuerdo a la demanda de arena lavada en la zona de

estudio ya que no será necesario contar con una planta de procesamiento. La estimación de la vida de la mina se llevará mediante la aplicación de la ecuación 3.5.

$$\text{Vida de la mina (Vm)} = \frac{\text{Reservas (TM)}}{\text{Produccion anual de mineral requerido } \left(\frac{\text{TM}}{\text{año}}\right)} \quad (3.9)$$

Chacón, Edgar. (1997)

### 3.10.1 Producción requerida

La producción de mineral requerida para que la explotación minera sea rentable va a depender principalmente de los recursos disponibles de la empresa, el costo del mineral en el mercado y la posibilidad de colocación o demanda del producto en el mismo. Generalmente las empresas mineras tienden a jugar con estos valores de acuerdo con las mejores alternativas de productividad y menor costo posible. Chacón, E. (1997).

### 3.11 Metodo de explotacion

La determinación del método y el sistema minero, es una parte integrante del proceso de la tecnología para lograr una correcta elección de los equipos. Así, los criterios básicos que definen el método y el sistema de explotación y que a su vez condicionan la selección de la maquinaria o equipo. Herrera, J. (2006).

### 3.12 Prefactibilidad

Es la etapa previa a los estudios definitivos. Se basa en fuentes secundarias y primarias para definir las principales variables de mercado, técnicas y económicas-financieras. Se estiman inversiones probables de carácter general, así como los gastos y los ingresos posibles que generará el proyecto. Lo que pretende este estudio es dar

una recomendación para ser aprobado, para continuar hasta que se den ciertas condiciones que en el momento del estudio impidieron su realización. Reyes, A. (2000).

### **3.13 Estudio de mercado**

El estudio de mercado, “consiste en la determinación y cuantificación de la demanda y oferta, el análisis de los precios y el estudio de comercialización” Baca, G. (2010).

Los objetivos del estudio de mercado son los siguientes:

1. 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.
2. Determinar la cantidad de bienes o servicios provenientes de una nueva unidad de producción que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a determinados precios.
3. Conocer cuáles son los medios que se emplean para hacer llegar los bienes y servicios a los usuarios. Baca, G. (2010).

El concepto de estudio de mercado usualmente se identifica con la definición del precio y la demanda a que los consumidores están dispuestos a comprar. Al estudiar el mercado de un proyecto es preciso reconocer todos y cada uno de los agentes que, con su actuación, tendrán algún grado de influencia sobre las decisiones que se tomarán al definir su estrategia comercial. En este sentido los sub mercados o agentes que es necesario reconocer son el mercado proveedor, competidor, distribuidor, consumidor y externo. Uribe, P. (2011)

El mercado proveedor, es aquel que proporciona todos los insumos o materias primas necesarias para fabricar el producto u ofrecer el servicio. Con respecto a este mercado se deben precisar el número de proveedores existentes en el mercado, los precios de los insumos, las condiciones de crédito a los clientes, la cercanía con los mismos, los costos de flete, almacenamiento y riesgos de obsolescencia. Para fines de la presente investigación no se considerará este tipo de mercado debido a que la planta arenera extraerá su propia materia prima, sin necesidad de intervención de proveedores. Sapag y Sapag. (1995) en Reyes, A. (2000).

El segundo mercado en estudio es el competidor u oferente, que se refiere a las empresas o personas que ofrecen un producto o servicio de características iguales o similares al estudiado. En este aspecto es conveniente conocer la localización, capacidad instalada, los planes de expansión, las estrategias de comercialización y las facilidades de pago que ofrecen a los clientes. Sapag y Sapag. (1995) en Reyes, A. (2000).

El mercado distribuidor, es aquel que abarca los medios disponibles para poder hacer llegar el producto o servicio al consumidor. Se deben estudiar las alternativas existentes en el mercado para escoger la más apropiada en términos del precio del producto o servicio que va a llegar al consumidor final, la posibilidad real de contar con él y el porcentaje de mercado que cubra ese medio de distribución. Sapag y Sapag. (1995) en Reyes, A. (2000).

El último y más importante mercado es el consumidor, en donde deben estudiarse los hábitos y usos con respecto al producto o servicio, la lealtad hacia los mismos y la intención de compra, entre otros aspectos, con el fin de diseñar la estrategia de comercialización más adecuada para el producto. Sapag y Sapag. (1995) en Reyes, A. (2000).

### **3.13.1 Mercado potencial**

Después de realizar el análisis de la demanda y de la oferta, la diferencia entre estos permitirá determinar la demanda insatisfecha que viene a constituir el mercado potencial del producto. Baca, G. (1995) en Reyes, A. (2000).

“Se llama demanda potencial insatisfecha a la cantidad de bienes o servicios que es probable que el mercado consuma en los años futuros, sobre la cual se ha determinado que ningún productor actual podrá satisfacer si prevalecen las condiciones en las cuales se hizo el cálculo.” Baca, G. (1995) en Reyes, A. (2000).

### **3.14 Estudio técnico**

El estudio técnico es el segundo paso a realizarse después del estudio de mercado al analizar la factibilidad de cualquier proyecto de inversión.

“El estudio técnico tiene por objetivo proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes a esta área.” Sapag-Sapag. (1995) en Reyes, A. (2000).

En resumen, se pretende resolver las preguntas referentes a dónde, cuánto, cuándo, cómo y con qué producir lo que se desea, por lo que el aspecto técnico de un proyecto “comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y operatividad del proyecto.” Baca, G. (1995) en Reyes, A. (2000)

### **3.15 Evaluacion economica**

Puede definirse como el conjunto de acciones que permiten juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas e inconvenientes que presentan la asignación de recursos económico a una iniciativa. López, J. y otros (1991).

Se trata pues de llevar a cabo una valoración sistemática de la rentabilidad comparada de diversas opciones para llevar a cabo un proyecto. Proyecto que en el sector minero puede consistir en el desarrollo completo de una explotación, en la ampliación de una mina ya existente, en la compra o sustitución de nuevos equipos de producción, en la adquisición de una propiedad minera, etc. López, J. y otros (1991).

#### **3.15.1 Costos**

Se entiende como tal “a un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el futuro o en forma virtual.” Baca, G. (1995) en Reyes, A. (2000)

##### **3.15.1.1 Costos de producción**

Son aquellos que están directamente asociados a los siguientes elementos: materias primas, mano de obra directa, mano de obra indirecta, materiales indirectos, costo de los insumos, costos de mantenimiento y cargos por depreciación y amortización. Baca, G. (1995) en Reyes, A. (2000).

##### **3.15.1.2 Componentes del costo**

Costos fijos (CF): Son aquellos en que necesariamente tiene que incurrir la empresa al iniciar las operaciones. Se definen como tales porque el plazo corto e

intermedio se mantiene constante en los diferentes niveles de producción. Como parte de estos costos fijos podemos identificar los salarios ejecutivos, los alquileres, los intereses, la depreciación y las contribuciones sobre la propiedad. Baca, G. (1995) en Reyes, A. (2000).

Costos variables (CV): El costo variable es un costo que cambia en proporción directa a los cambios en la actividad o el volumen total relacionado, como lo es el costo de producción. Baca, G. (1995) en Reyes, A. (2000).

### 3.15.2 Ingresos

Los ingresos son “los incrementos brutos del activo o las disminuciones brutas del pasivo obtenidos de la entrega o la producción de bienes, de la prestación de servicios o de otras actividades lucrativas realizadas por la empresa durante un período.” Kieso (1996) en Reyes, A. (2000).

Los principales ingresos de una empresa provienen de la venta de sus productos a los precios determinados en el estudio de mercado; por otra parte, pueden existir ingresos adicionales provenientes del mismo proceso productivo, es decir, de la venta de subproductos, o de ventas extraordinarias de otros bienes o activos. Los ingresos se pueden obtener mediante la ecuación 3.6.

$$Volumen(m^3) * \left( precio \frac{Bs}{m^3} * Inflacion \right) = Bs \quad (3.10)$$

Donde:

Ingresos = Ingresos Obtenidos

Volumen = Volumen de Producción

Inflación = Valor proyectado de la inflación. Baca, G. (1995) en Reyes, A. (2000).

### **3.15.3 Inversión total inicial**

Se entiende por inversión n la cantidad de recursos necesarios para la puesta en marcha y posterior funcionamiento de un proyecto. La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos e intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa. Baca, G. (1995) en Reyes, A. (2000).

Antes de realizar el cálculo de la inversión total es necesario detallar algunos valores totales, relativos a elementos de infraestructura y estructura, a maquinaria y equipos de producción, así como estudios y proyectos que sean necesarios realizar. Reyes, A. (2000)

De la determinación de la inversión se deriva el financiamiento, así como la depreciación y amortización. Con la inversión se obtiene el costo financiero del crédito además de las cuotas de capital e intereses que se van a amortizar. El costo financiero del crédito se traslada a otros activos para el cálculo de la inversión, las cuotas de capital al flujo de fondos y las de intereses, depreciación y amortización al estado de resultados. Baca, G. (1995) en Reyes, A. (2000).

### **3.15.4 Tasa de inflación**

Es la medida agregada y ponderada del aumento de precios en la canasta básica de una economía. Baca, G. (2007)

La inflación tiene un impacto bastante considerable al momento de hacer un análisis económico de un proyecto minero, por esta razón no debe ser ignorada.

Comúnmente los costos de operación y desarrollo se ven incrementados debido a la tasa de inflación, esto lleva como consecuencia que el monto de la inversión inicial se manifieste con un incremento considerable. Una vez puesta en marcha la operación de la mina, las rentas de equipo y en si todos los costos de producción se incrementan debido a la inflación. López y otros (1991)

Dentro de un análisis preliminar, es suficiente asumir que el efecto de la inflación estará en cualquier tipo de costo y de igual forma en las rentas. En el momento de hacer un análisis a detalle, se debe obtener con exactitud la tasa de interés para cada uno de los costos y rentas que entren en la evaluación. Baca, G. (2007)

### **3.15.5 Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)**

Antes de tomar cualquier decisión, todo inversionista, ya sea persona física, empresa, gobierno, o cualquier otro, tiene el objetivo de obtener un beneficio por el desembolso que va a realizar. Baca, G. (2007)

Todo inversionista espera que su dinero crezca en términos reales. Como en todos los países hay inflación, aunque su valor sea pequeño, crecer en términos reales significa ganar un rendimiento superior a la inflación, ya que si se gana un rendimiento igual a la inflación el dinero no crece, sino que mantiene su poder adquisitivo. Baca, G. (2007)

Por lo tanto, la TMAR se puede definir como:

$$\text{TMAR} = \text{tasa de inflación} + \text{premio al riesgo} \quad (3.11)$$

El premio al riesgo significa el verdadero crecimiento del dinero, y se le llama así porque el inversionista siempre arriesga su dinero (siempre que no invierta en el banco) y por arriesgarlo merece una ganancia adicional sobre la inflación. Como el premio es por arriesgar, significa que a mayor riesgo se merece una mayor ganancia. Baca, G. (2007)

Para calcular el premio al riesgo se pueden tomar como referencias la siguiente situación:

Si se desea invertir en empresas productoras de bienes o servicios deberá hacerse un estudio del mercado de esos productos. Si la demanda es estable, es decir, si tiene pocas fluctuaciones a lo largo del tiempo, y crece con el paso de los años aunque sea en pequeña proporción, y además no hay una competencia muy fuerte de otros productores, se puede afirmar que el riesgo de la inversión es relativamente bajo y el valor del premio al riesgo puede fluctuar entre 3 y 5%. Posterior a esta situación de bajo riesgo viene una serie de situaciones de riesgo intermedio, hasta llegar a la situación de mercado de alto riesgo, que tiene condiciones opuestas a la de bajo riesgo y se caracteriza principalmente por fuertes fluctuaciones en la demanda del producto y una alta competencia en la oferta. En casos de alto riesgo en inversiones productivas el valor del premio al riesgo siempre está arriba de 12% sin un límite superior definido. Baca, G. (2007).

### **3.15.6 Capital de trabajo**

El capital de trabajo contablemente es la diferencia que existe entre el activo circulante y el pasivo circulante. “Es la liquidez necesaria para poder cubrir el desfase existente entre el momento en que comienza a causarse los gastos iniciales de funcionamiento de la empresa y el momento en que comienza a percibirse efectivamente los ingresos.” Blanco, A (2000) en Reyes, A. (2000).

El capital de trabajo representa entonces, la disponibilidad de efectivo que deben aportar los propios accionistas al inicio del proyecto para cubrir los desfases que puedan ocasionarse por gastos antes de comenzar a recibir los ingresos. Blanco, A (2000) en Reyes, A. (2000).

### 3.15.7 Depreciación

La depreciación es la disminución del valor de los activos físicos por efecto del paso del tiempo y del uso. Dicho de manera más específica, la depreciación es un concepto de la contabilidad que establece una deducción anual en el ingreso antes de impuestos, de manera que el efecto del tiempo y el uso de un activo pueda reflejarse en los estados financieros de la compañía. Las deducciones por concepto de la depreciación anual tienen por objetivo “ajustar” la fracción anual del valor usado por un activo en la producción del ingreso durante la vida económica del activo. El monto real de la depreciación no se establece sino hasta que el activo se retira del servicio. Ya que la depreciación es un costo no en efectivo que afecta al impuesto sobre la utilidad, debe considerársele en forma apropiada al hacer estudios de ingeniería económica después de impuestos. Sullivan, W., Wicks, E. y Luxhoj J. (2004).

La depreciación puede estimarse mediante la ecuación 3.7.

$$\text{Depreciación} = \frac{V}{VU} - V_s = (Bs) \quad (3.12)$$

Dónde:

Depreciación= Depreciación del equipo.

V= Valor actual del equipo.

VU= Vida Útil.

Vs= Valor de salvamento del equipo. Sullivan, W., Wicks, E. y Luxhoj J. (2004).

### **3.15.8 Flujo de caja**

Un estado de resultados o de pérdidas y ganancias es una herramienta contable que refleja cómo ha sido el desempeño económico de la actividad de cualquier empresa productora de bienes o servicios, al cabo de un ejercicio o periodo contable que generalmente es de un año. El desempeño económico de la actividad empresarial se puede expresar en términos de dinero, de tal forma que si existe una determinada ganancia monetaria se puede hablar de un buen desempeño, pero si hay pérdidas económicas al cabo de un ejercicio de operación se hablará de un mal desempeño de la empresa. Baca, G. (2007).

En términos generales, un estado de resultados es la diferencia que hay entre los ingresos que tiene la empresa menos todos los costos en que incurre, incluyendo el pago de impuestos y el reparto de utilidades a los trabajadores. Como un estado de resultados tiene implicaciones fiscales, tanto los ingresos como los costos que se registren deben tener como base la ISLR vigente. Baca, G. (2007).

### **3.15.9 Valor presente neto**

El valor presente significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente. En términos formales de evaluación económica, cuando se trasladan cantidades del presente al futuro se dice que se utiliza una tasa de interés, pero cuando se trasladan cantidades del futuro al presente, como en el cálculo del VPN, se dice que se utiliza una tasa de descuento por ello, a los flujos de efectivo ya trasladados al presente se les llama flujos descontados. Baca, G. (2007).

El uso del valor presente neto como método de análisis permite interpretar fácilmente su resultado en términos monetarios, además de que supone una reinversión total de todas las ganancias anuales. Los criterios de evaluación del VPN son:

Si el VPN es  $\geq 0$ , se acepta el proyecto.

Si el VPN es  $< 0$ , se rechaza el proyecto. Baca, G. (2007).

El valor presente neto se puede calcularse mediante la ecuación 3.8.

$$VPN = -I_0 + \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+i)^n} \quad (3.13)$$

Dónde:

VPN= Valor Presente Neto

F1, F2 y Fn = Flujo efectivo de caja.

i = Tasa de descuento

I<sub>0</sub>= Inversión

### **3.15.10 Tasa interna de retorno (TIR)**

La ganancia anual que tiene cada inversionista se puede expresar como una tasa de rendimiento o de ganancia anual llamada tasa interna de rendimiento. dado que la tasa de interés, que en este caso es la TMAR, es fijada por el inversionista, conforme ésta aumenta el VPN se vuelve más pequeño, hasta que en determinado valor se convierte en cero, y es precisamente en ese punto donde se encuentra la TIR. Baca, G. (2007).

Es importante comparar la tasa interna de retorno obtenida con las tasas de colocación en el mercado en el mercado financiero y con las pagadas en el crédito obtenido, ya que, si la tasa interna del proyecto es menor a estas tasas no se justifica invertir en el mismo debido a que se obtendría un mayor beneficio en otra mejor oportunidad de mercado. Sin embargo, si la tasa interna de retorno es mayor, es conveniente aceptar el proyecto debido a que representará una ganancia adicional para los accionistas. Baca, G. (2007).

### **3.15.11 Análisis de sensibilidad**

Análisis de sensibilidad es entonces, “el procedimiento por medio del cual se puede determinar cuánto se afecta (que tan sensible es) la TIR ante cambios en determinadas variables del proyecto.” Baca, G 1990) en Reyes, A. (2000).

Existen dos formas generales de realizar las pruebas de sensibilidad:

La primera, consiste en incorporar un determinado nivel de inflación, o de deflación, a las variables seleccionadas y observar cómo incide sobre la tasa interna de retorno.

La segunda, que consiste en determinar el rango máximo de variación de la variable que permita recuperar, al menos, la inversión total realizada a precios nominales. Reyes, A. (2000).

### **3.16 Impuesto por la explotación de sustancias minerales reguladas por la ley de minas del Edo Bolívar**

Artículo 62°: Los Titulares de los derechos mineros otorgados conforme a esta ley, pagarán al IAMIB, un impuesto Superficial y un impuesto de explotación o regalía sobre el Aprovechamiento de las sustancias minerales no metálicas reguladas por esta ley. Ley de minas del Edo Bolívar (2016)

Parágrafo segundo: (Del hecho imponible), el hecho imponible del impuesto establecido en el artículo 62° de la presente ley, es el que se genera de arrancar, extraer, aprovechar o producir los minerales no metálicos a los que se refiere la presente ley. Los titulares de los derechos mineros declararan y pagaran al Instituto Autónomo Minas Bolívar un impuesto o regalías, por la explotación o aprovechamiento de las sustancias minerales reguladas por esta ley. Ley de minas del Edo Bolívar (2016)

En referencia para el caso de aprovechamiento de arena lavada:

- 1) Una unidad tributaria (1 U.T.) por metro cubico de mineral en el caso de la arena lavada. Ley de minas del Edo Bolívar (2016)

Parágrafo tercero: Para el cálculo de impuesto que hace referencia el parágrafo anterior, se considerará el valor de la Unidad Tributaria vigente por metro cúbico o tonelada de mineral, según sea el caso, y/o en función del porcentaje aplicado al valor regulado o referenciado de venta por metro cúbico tonelada del mineral arrancado, extraído, aprovechado o producido durante el ejercicio fiscal correspondiente. Ley de minas del Edo Bolívar (2016)

Parágrafo cuarto: (De la declaración y pago). El impuesto en referencia se declarará y cancelará dentro del lapso de tres (3) días hábiles del mes siguiente al de la producción; excepto, el último mes del año, en el que los concesionarios presentarán su declaración y pago de impuesto al décimo (10) día hábil del mes en referencia, tomando en consideración la cuota parte de la producción estimada para dicho mes durante los primeros quince (15) días. Ley de minas del Edo Bolívar (2016)

Artículo 63°: Quienes pretendan la titularidad de Derechos Mineros, así como aquellos que la ostenten, deberán pagar por concepto de servicios de información, trámite de documentación y asesoría para labores especiales, las siguientes tasas administrativas para cada caso en concreto:

- 1) Solicitud de otorgamiento de Derecho Minero: Cien Unidades Tributarias (100 UT), en el caso de las rocas ornamentales; Ochenta Unidades Tributarias (80 UT), en el caso de las rocas con fines de piedra picada; Ochenta y Cinco Unidades Tributarias (85 UT), en el caso del caolín; Cien Unidades Tributarias (100 UT) en el caso de la Dolomita; Sesenta Unidades Tributarias (60 UT) en el caso de arena lavada y de mina; Treinta Unidades Tributarias' (30 UT) en el caso del material de relleno, azabaches y esquistos; y en el caso de otros minerales no metálicos, Cuarenta Unidades Tributarias (40 UT). Ley de minas del Edo Bolívar (2016)

### **3.17 Ley de impuesto sobre la renta**

Artículo 12. Las personas naturales y los contribuyentes asimilados a éstas, estarán sujetos al impuesto previsto en el literal a del artículo 53 de esta Ley por las regalías y demás participaciones análogas provenientes de la explotación de minas y por los enriquecimientos derivados de la cesión de tales regalías y participaciones.

Los contribuyentes distintos de las personas naturales y de sus asimilados, que no se dediquen a la explotación de minas, de hidrocarburos y de actividades conexas, también estarán sujetos al impuesto establecido en el literal a del artículo 53 de esta Ley, por los enriquecimientos señalados en el encabezamiento del presente artículo. SENIAT (2007)

Artículo 53. Los enriquecimientos anuales obtenidos por los contribuyentes a que se refieren los artículos 11 y 12 de esta Ley se gravarán, salvo disposición en contrario, con base en la siguiente Tarifa:

Tarifa N° 3

- a. Tasa proporcional de sesenta por ciento (60%) para los enriquecimientos señalados en el artículo 12.
- b. Tasa proporcional de cincuenta por ciento (50%) para los enriquecimientos señalados en el artículo 11.

A los fines de la determinación de los impuestos a que se contrae el encabezamiento de este artículo, se tomará en cuenta el tipo de contribuyente, las actividades a que se dedica y el origen de los enriquecimientos obtenidos. SENIAT (2007)

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Nivel de la investigación**

Tamayo, M. (2003), considera que la investigación aplicada confronta la teoría con la realidad, y la define como: El estudio y la aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías.

De acuerdo al nivel en el cual se encuentra el objetivo general del proyecto de acuerdo a su complejidad según Tamayo, M. (2003), el cual alude a la explicación de las situaciones que generan el evento, por ejemplo, en el caso del proyecto a realizarse proponer, la propuesta se realizara de acuerdo a los resultados del análisis económico. Por esto se considera que el nivel de investigación de dicho proyecto es comprensivo.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

Según Arias, F., (2012), “El diseño de la investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado”. Por lo tanto, esta investigación se califica como:

##### **4.2.1 Investigación proyectiva**

Propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, más no necesariamente ejecutar la propuesta.

En esta categoría entran los “proyectos factibles” UPEL, (2016). Todas las investigaciones que implican el diseño o creación de algo con base en un proceso investigativo, también entran en esta categoría.

### 4.3 Flujograma de las actividades del proyecto

La determinación de la pre factibilidad de explotación de arena lavada del fundo Francisca Duarte, constituye cuatro etapas en las que se desarrollan una serie de actividades (Figura 4.1), estas se desenvuelven a través de investigaciones, recolección de datos, tomas de muestras, ensayos de laboratorio y métodos utilizados para la explotación, el diseño, los estudios económicos que son necesarios para la elaboración del proyecto.

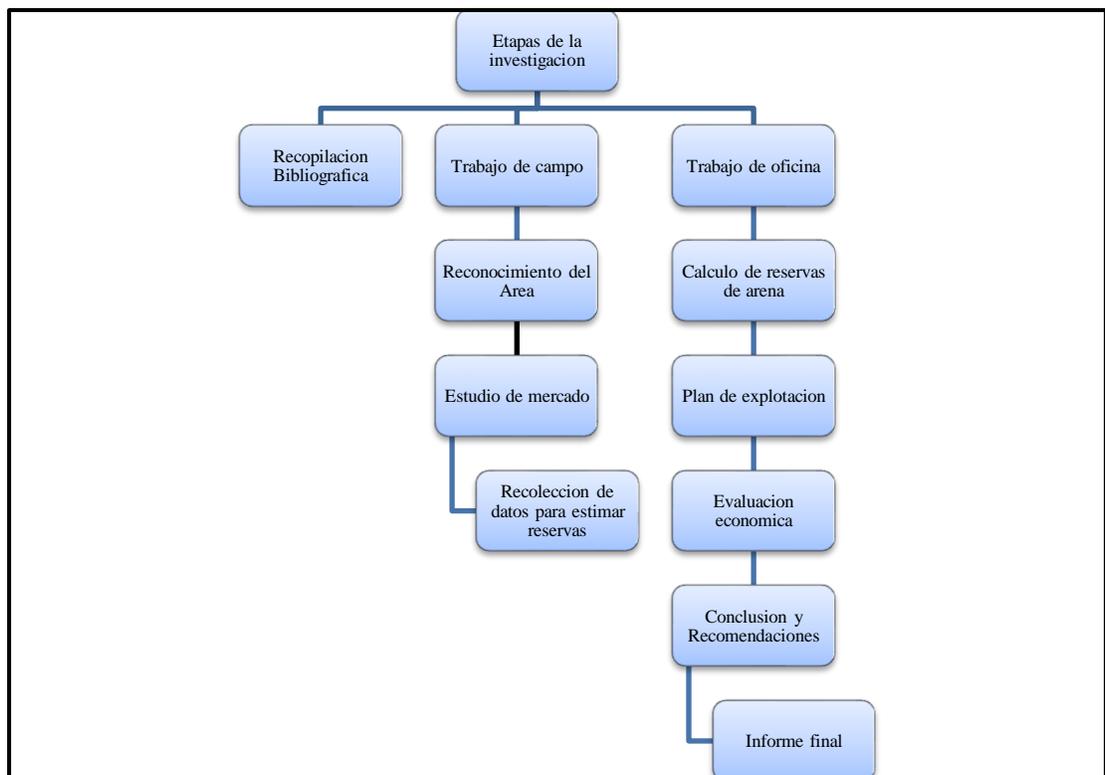


Figura 4.1 Flujograma de actividades

## **4.4 Descripción del flujograma de la investigación**

### **4.4.1 Recopilación bibliográfica**

En una primera etapa, se trabaja sobre la caracterización geológica de la zona del estudio, para ello, se parte de una información básica basada en la documentación geológica y geotécnica existente sobre la zona.

La búsqueda fue realizada a través de los libros, trabajos de grado, páginas web y organismos tales como el Instituto Autónomo Minas de Bolívar (IAMIB). Otros textos relacionados a la investigación fueron extraídos de la biblioteca de la Universidad de Oriente, con temas que hacen mención a la extracción de arena en el estado Bolívar.

Consistió en la búsqueda de algunos textos de geología, textos de ingeniería geológica, textos de ingeniería de minas y trabajos de grado, ascenso e investigación que brindaron información referente a la zona de estudio, geología, clima, suelos, hidrografía, entre otros. Una vez recopilada la información se procedió a seleccionar el material que sería destinado como base teórica del trabajo.

### **4.4.2 Etapa de Campo**

En la etapa de campo fueron llevada aquellas labores de las cuales se pudieron recolectar datos e información para un posterior procesamiento de los mismos, a través de esta etapa fue posible el reconocimiento del área de trabajo, así como la delimitación de la misma para establecer los sitios donde se ubicarían los patios de almacenamiento talleres entre otras áreas. También fue posible la recolección de datos para estimar las reservas de arenas ubicada en el área de estudio.

#### 4.4.2.1 Reconocimiento del área

Se programó una visita al área de interés con el fin de visualizar, la posible ubicación de los patios de almacenamiento, bancos de arena a lo largo de la sección de río y la zona donde serían instaladas las oficinas administrativas y talleres de mantenimiento.

De manera de obtener información sobre la capa estratigráfica del depósito de arena se realizó una calicata, en el cual por la aparición de la capa de arcilla en el depósito de arena solo se pudo profundizar hasta 3,70 metros hasta llegar a la misma.

Con la ayuda del GPS, se realizó la toma de puntos geográficos (Tabla 4.1), donde se llevaría a cabo la posible recolección de muestras y la ubicación de los patios de almacenamiento, así como también, el área donde se pondrá en marcha el proyecto.

Tabla 4.1 Información recabada en campo

Áreas (Hectáreas)	Puntos	Coordenadas (UTM)		Observación
		E	N	
Extracción (9,86)	P1	256.142,89	826.153,39	Zona donde se tendrá operativa la draga
	P2	255.984,93	826.153,57	
	P3	255.901,58	826.718,21	
	P4	256.100,91	826.711,68	
Patio de Almacenamiento (2,57)	P5	256.523,74	826.194,51	Zona donde se depositará la arena extraída y se despachará
	P6	256.406,32	826.205,23	
	P7	256.412,62	826.422,16	
	P8	256.516,01	826.427,18	

Continuación de la Tabla 4.1

Área de trabajo (9,86)	P9	256.849,04	826.475,60	Zona donde se llevará a cabo todas las actividades operativas
	P10	256.838,94	826.172,95	
	P11	255.966,15	826.140,14	
	P12	255.887,78	826.719,20	

#### 4.4.2.2 Medición del espesor de la capa de arena

Se realizaron una serie de sondeos en los bancos de arena involucrados en la sección del río Caura, con el fin de determinar el espesor promedio de la capa de arena; para ello fue necesario el uso de una cabilla, martillo, libreta de campo para la toma de datos y cintra métrica.

El proceso consistió en introducir la cabilla en los bancos y con la ayuda del martillo se realizaron golpes para que esta pudiese llegar hasta la capa de arcillas, al llegar a la capa de arcilla se marcaba la cabilla y se procedía a extraer para posteriormente medirse con la cinta métrica hasta la zona marcada en la cabilla y así obtener el espesor promedio en ese punto sondeado (Figura 4.2).



Figura 4.2 Profundización de banco

#### 4.4.2.3 Estudio de mercado

El estudio de mercado consistió en una búsqueda de información para poder así determinar la demanda de arena lavada en el municipio Sucre, Edo. Bolívar este estudio fue llevado a cabo en los poblados dentro de un radio de 50 km a la redonda desde el punto de extracción donde se pretende despachar la arena lavada a boca de mina, la información obtenida principalmente fue suministrada por las bloqueras que se encuentran en funcionamiento en los poblados dentro de la zona de estudio y en la alcaldía del municipio Sucre.

Cabe destacar que en la zona donde se llevó a cabo el estudio de mercado no existe una cantera o algún otro punto de extracción de arena lavada que cubra la demanda en dicha zona, el punto de extracción más cercano se encuentra en Caicara

del Orinoco, lo cual dificulta el suministro de la arena hacia los poblados donde se realizó el estudio debido a la distancia y los altos costo de transporte de la arena hasta estos poblados, por lo tanto se tendrá un monopolio de la arena en dicha zona de estudio.

Tabla 4.2 Resultado de Estudio de Mercado

Poblados	Demanda
Maripa	5.645 m <sup>3</sup> /año
Guarataro	3.387 m <sup>3</sup> /año
Rosalía	1.348 m <sup>3</sup> /año
Aripao	1.129 m <sup>3</sup> /año
Total	11.509 m <sup>3</sup> /año

#### 4.4.3 Etapa de Oficina

En esta última etapa se procesarán y analizarán toda la información obtenida.

##### 4.4.3.1 Creación del mapa topográfico de los depósitos de arena lavada

En esta etapa del proyecto se procedió a realizar el mapa topográfico de la zona donde se encuentran los depósitos de arena una vez delimitada esta zona en campo, esto fue posible empleando los *softwares* RecMin®, Google Earth® y el GPS Visualizer® es una utilidad en línea que crea mapas y perfiles a través de datos geográficos el mismo puede leer archivos de datos de mucha fuente entre ellos los empleados en Google Earth®. Para posteriormente vaciar los datos de los sondeos realizados en campo y poder estimar los volúmenes de arena lavada.

Los pasos a seguir para la elaboración del mapa topográfico fueron los siguientes:

Paso 1: Ubicar la zona donde se prevé realizar el mapa topográfico en el *software* Google Earth®, una vez hecho esto delimitar la zona de interés realizando una poligonal en dicha zona a través del comando agregar polígono.

Paso 2: Obtener informaciones geográficas de latitud y longitud mediante el *software* Google Earth® a través del comando agregar ruta, en el cual se obtiene la latitud y longitud de varios puntos en la zona de interés, una vez obtenido esto, estos puntos se guardan en archivos kml.

Paso 3: Obtener la elevación de los puntos en los cuales se obtuvo la longitud y latitud, para ello es necesario emplear el *software* GPS Visualizer®, una vez obtenido esta información se guarda en formato de texto delimitado por tabulaciones.

Paso 4: Importar los puntos obtenidos mediante el formato de texto delimitado por tabulaciones al *software* RecMin®, para posteriormente en el módulo de dibujo del *software* obtener mediante los puntos importados las curvas de nivel del área de interés.

#### **4.4.3.2 Cálculo de reservas**

Para poder llevar a cabo el cálculo de las reservas de arena lavada se empleó el método de las secciones verticales y también se realizó a través del *software* RecMin® un modelado geológico del depósito para determinar el volumen de arena presente en la zona.

#### **4.4.3.3 Plan de explotación**

La minería que será empleada es la minería hidráulica mediante el dragado de mineral. Esta técnica utiliza el agua como una herramienta para el arranque o transporte de materiales.

Conocido el método de extracción se procedió a la selección de los equipos y el diseño del plan de explotación, en el cual se tendrá en cuenta los días efectivos trabajados al año y la secuencia de extracción de arena de acuerdo a la demanda insatisfecha. La secuencia de extracción y días efectivos trabajados al año se verán afectados principalmente por el tiempo de sequía ya que durante el mismo la draga se mantendrá inoperativa debido al nivel del río Caura.

Los equipos a utilizar para realizar las operaciones mineras serán determinados tomando en consideración como parámetro principal el volumen de arena a remover durante la vida del proyecto, específicamente realizando una comparación entre la producción de la mina y la capacidad operativa del equipo, posteriormente se define la cantidad y tamaño de cada uno, en base a la producción horaria y el rendimiento de cada equipo.

#### **4.4.3.4 Evaluación económica**

Para determinar la rentabilidad del proyecto se empleará el método del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno.

#### **4.4.3.5 Conclusiones y recomendaciones**

Una vez obtenidos los resultados y habiéndolos analizado se procederá a redactar las conclusiones y recomendaciones atinentes a la investigación.

#### **4.4.3.6 Informe final**

En definitiva, se plasma toda la información obtenida en el transcurso del desarrollo práctico del trabajo de grado, en un documento de Microsoft Word®.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Después de haber realizado todas las actividades correspondientes a cada uno de los procesos englobados en la metodología de este proyecto, los cuales son necesarios para cumplir con los objetivos del mismo, se procedió a analizar e interpretar la información obtenida.

#### 5.1 Estudio de mercado

El estudio se realizó en las poblaciones ubicadas a 50 km a la redonda desde el punto donde se prevé extraer la arena lavada. Para ello fue necesario encuestar y entrevistar a los dueños y encargados principalmente de las bloqueras dentro de la zona en estudio y parte de la información también fue suministrada por la alcaldía del municipio Sucre obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 5.1, esta información es de suma importancia para poder llevar a cabo el plan de explotación y tener información sobre la cantidad de arena a producirse tanto semanal como mensual y anualmente.

Tabla 5.1 Demanda insatisfecha anual y semanal

Poblados	Demanda Anual	Demanda Semanal
Maripa	5.645 m <sup>3</sup> /año	117,60 m <sup>3</sup> /sem
Guarataro	3.387 m <sup>3</sup> /año	70,56 m <sup>3</sup> /sem
Rosalía	1.348 m <sup>3</sup> /año	28,08 m <sup>3</sup> /sem
Aripao	1.129 m <sup>3</sup> /año	23,52 m <sup>3</sup> /sem
Total	11.509 m <sup>3</sup> /año	239,77 m <sup>3</sup> /sem

## 5.2 Estimación de las reservas de arena

### 5.2.1 Levantamiento de Bancos

La información recolectada a través de las técnicas utilizadas para el levantamiento de bancos; como la toma de puntos geográficos y las mediciones realizadas en campo, permitieron la determinación del espesor de la capa de arena, así como también la delimitación de la sección del río que constituye el área de explotación marcada en azul y la zona amarilla el patio de almacenamiento (Figura 5.1).



Figura 5.1 Sección del río Caura, zona de extracción y patio de almacenamiento (Google Earth® 2018)

Los bancos de arenas en la sección del río, alcanzan profundidades desde 3,15 a 3,90 m y el área de la zona de extracción es de 9,86 hectáreas y la del patio de

almacenamiento de 2,57 hectáreas. Es importante destacar que para la recolección de datos a través de los sondeos dichos sondeos se realizaron hasta la capa de arcilla, una vez en contacto con la arcilla se extraía la herramienta empleada para el sondeo y posteriormente se media para obtener el espesor de la capa de arena.

### 5.2.2 Estimación de reservas

Las reservas de arena lavada de la sección del río Caura fueron estimadas con los datos recolectados en campo a través de los sondeos realizados y con la ayuda de los *softwares* RecMin® y Google Earth®, mediante el método de las secciones verticales y modelado geológico del depósito de arena. Los pasos realizados para obtener las reservas de arenas fueron los siguientes:

1. Realizar el mapa topográfico de la zona
2. Importar datos de sondeos obtenidos
3. Realizar secciones o perfiles topográficos cada 50 m
4. Obtener las áreas de los perfiles topográficos
5. Modelado geológico del depósito

Tabla 5.2 Data de sondeo

Sondeo	Este	Norte	Elevación	Profundidad
SM-001	256.142,89	826.153,29	24	3,15
SM-002	256.154,7	826.157,5	24,7	3,14
SM-003	256.166,1	826.158,6	26	3,7
SM-004	256.171,9	826.206,6	26,7	3,74
SM-005	256.158,6	826.203,77	25,8	3,16
SM-006	256.136,43	826.207,64	24	3,52
SM-007	256.154,04	826.262,43	26	3,28
SM-008	256.135,78	826.255,77	24,4	3,7

Continuación de la Tabla 5.2

SM-009	256.120,79	826.260,49	23	3,6
SM-010	256.150,2	826.303,3	26,6	3,9
SM-011	256.137,57	826.302,89	25	3,62
SM-012	256.126,41	826.302,95	23,9	3,8
SM-013	256.151,3	826.354,3	27	4,32
SM-014	256.138,37	826.352,45	25	3,85
SM-015	256.113,1	826.356,67	22	3,4
SM-016	256.161,8	826.555,01	29	3,9
SM-017	256.127,46	826.556,18	27,2	3,52
SM-018	256.115,31	826.554,8	26	3,2
SM-019	256.100,97	826.711,75	27,2	3,85

Tabla 5.3 Resultados obtenidos por el método de las secciones verticales

Bloques	Secciones	Área (m <sup>2</sup> )	ÁreaProm(m <sup>2</sup> )	Volumen(m <sup>3</sup> )
1	Pto A	127,26	190,89	4.772,25
	0+00	127,26		
2	0+00	127,26	132,425	6.621,25
	0+50	137,59		
3	0+50	137,59	159,96	7.998
	0+100	182,33		
4	0+100	182,33	196,805	9.840,25
	0+150	211,28		
5	0+150	211,28	249,805	12.490,25
	0+200	288,33		
6	0+200	288,33	276,69	55.338
	0+400	265,05		

Continuación de la Tabla 5.3

7	0+400	265,05	193,815	29.072,25
	0+550	122,58		
8	0+550	122,58	122,58	3.064,5
	Pto B	122,58		
			Total	129.196,75

Cabe destacar que la distancia del punto A hasta la sección 0+00 es de 25 metros al igual que la distancia entre el punto B y la sección 0+555

Los datos obtenidos mediante el modelado geológico del depósito de arenas arrojaron resultados similares a los obtenidos a través de las secciones verticales, se muestran en la figura 5.2

Coordenadas Este :					
Mínimo = 6085.33, Máximo = 6177.87					
Coordenadas Norte :					
Mínimo = 6125, Máximo = 6750					
Coordenadas Z :					
Mínimo = 16.41, Máximo = 29.28					
	Sección	Area	Paso	parcial	Total
	6,085.33	0.00			
	6,090.33	951.93	5.00	2,379.82	2,379.82
	6,095.33	1,511.97	5.00	6,159.75	8,539.57
	6,100.33	1,533.36	5.00	7,613.32	16,152.89
	6,105.33	1,530.11	5.00	7,658.67	23,811.56
	6,110.33	1,532.32	5.00	7,656.07	31,467.63
	6,115.33	1,645.32	5.00	7,944.10	39,411.73
	6,120.33	1,758.60	5.00	8,509.80	47,921.53
	6,125.33	1,713.87	5.00	8,681.17	56,602.70
	6,130.33	1,731.19	5.00	8,612.65	65,215.35
	6,135.33	1,947.22	5.00	9,196.02	74,411.38
	6,140.33	1,952.56	5.00	9,749.45	84,160.83
	6,145.33	1,938.73	5.00	9,728.23	93,889.06
	6,150.33	1,896.57	5.00	9,588.25	103,477.30
	6,155.33	1,778.57	5.00	9,187.85	112,665.20
	6,160.33	1,666.80	5.00	8,613.42	121,278.60
	6,165.33	743.76	5.00	6,026.40	127,305.00
?	6,170.33	465.39	5.00	3,022.86	130,327.80
	6,175.33	187.01	5.00	1,630.99	131,958.80
	6,177.87	0.00	2.54	237.50	132,196.30

Figura 5.2 Resultados arrojados por el cálculo del volumen del modelo geológico del depósito de arena lavada en una sección del río Caura

Debido a que por ambos métodos se obtuvieron resultados similares más no exactamente iguales se realizará un promedio de ambos y se tomará el mismo como las reservas del depósito de arena, esto sin tomar en cuenta el porcentaje de reposición de sedimentos del río, el cual es lógico que exista, pero del cual no se realizaron mediciones para este trabajo ni se contó con información al respecto proveniente de posibles estudios anteriores.

$$Reservas_{total} = \frac{132.196,30 + 129.196,75}{2} = 130.696,53 \text{ m}^3$$

$$Reservas_{total} \approx 130.697 \text{ m}^3$$

### **5.3 Plan de Eplotación**

#### **5.3.1 Método de Explotación**

La explotación de mineral será realizada mediante el dragado de arena del río.

#### **5.3.2 Descripción del Proceso de Extracción**

El proceso consiste en la extracción mecanizada de arena lavada desde el lecho del río, mediante una bomba centrífuga de combustión interna, esto debido a que son las más ideales, dado que no se dispone de energía eléctrica en el lugar; el motor y la bomba se encontrarán posicionados en una balsa de fabricación artesanal por medio de la cual es posible realizar el desplazamiento a lo largo y ancho del canal del río.

La profundidad de dragado es variable siendo los lugares de menor profundidad las orillas y el más profundo hacia el centro del cauce del río.

La manguera de succión está adaptada a la bomba y al final de la misma lleva una conexión de acero por medio del cual es posible el arranque del mineral, el cual es cargado por medio de la manguera de succión hasta la bomba de donde posteriormente es impulsada a través de la manguera de descarga hasta los patios de almacenamiento, el mineral es extraído en forma de mezcla de arena y agua, cuya mezcla se irá depositando en forma de cono invertido para permitir el escurrimiento por gravedad a una velocidad baja del agua en exceso que retorna nuevamente al río, en la figura 5.3 se muestra la ubicación del patio de almacenamiento y el área de dragado.

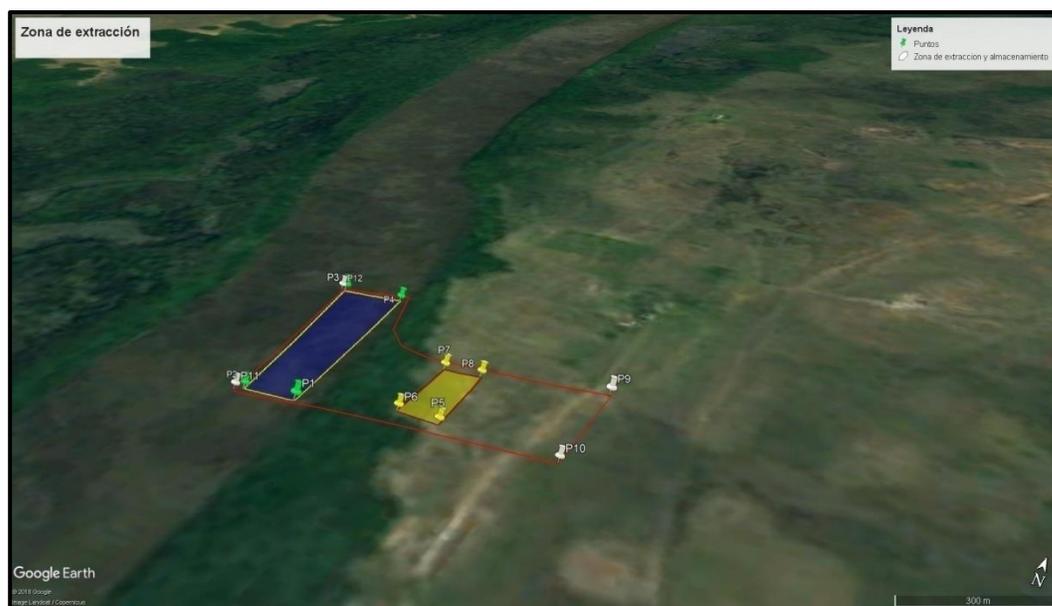


Figura 5.3 Ubicación del patio de almacenamiento y área de dragado

Cuando la arena se agota en un punto de extracción determinado, se llega a la capa de arcilla compacta y dura, subyacente; en este momento se dirige la manguera de succión hacia otro punto donde haya arena. De esta manera se extrae sólo el material transportado sin afectarse la rasante del fondo del río dada por la capa de arcilla.

### 5.3.3 Planificación de las operaciones

Para poder cumplir o alcanzar la producción requerida y satisfacer la demanda del mercado es necesario llevar a cabo la planificación de las distintas fases operativas del proyecto.

#### 5.3.3.1 Desarrollo de las labores en una jornada de trabajo

Se considera el tiempo que transcurre desde que el trabajador ingresa al área de trabajo, hasta la finalización del turno de trabajo (Tabla 5.4)

Tabla 5.4 Desarrollo de las labores en una jornada de trabajo

Actividades	Hora	Demora
Ingreso a la arenera	07:00	
Cambio de ropa		7'
Llegada al sitio de trabajo		10'
Revisión de la zona y equipos		10'
Inicio de operaciones	07:27	
Parada de almuerzo	12:00	
Almuerzo		30'
Reinicio de operaciones	13:00	
Otras demoras		5'
Culminación de actividades	14:55	
Aseo de trabajadores		5'

## Continuación de la tabla 5.4

Finalización	15:00	
--------------	-------	--

Total del tiempo de demora = 67 minutos = 1,12 horas por lo que el tiempo efectivo de trabajo es igual a 6,88 h/turno.

**5.3.3.2 Días efectivamente trabajados**

Los días efectivos de trabajo de lunes a viernes se expresan en la (tabla 5.3)

Tabla 5.5 Días efectivos de trabajo (Operaciones fluviales)

Total de días de trabajo en el año	171
Turnos por día (turno/día)	1
Horas trabajadas por turno (h/turno)	6,88

Se tendrán 171 días laborables al año teniendo en cuenta 12 días feriados y 6 días de imprevisto por cualquier circunstancia externa, así como también teniendo en cuenta de que las operaciones fluviales solo se llevarán a cabo los meses de Mayo – Enero durante 9 meses, esto debido a que el nivel óptimo del río para mantener operativa la draga se encuentra entre estos meses de mayo a enero mientras que para el resto de los otros meses por consecuencias del verano el cauce del río disminuye imposibilitando mantener operativa la draga durante estos meses.

Las operaciones terrestres y actividades administrativas se llevarán a cabo durante los 12 meses del año exceptuando los días sábados y domingos y días feriados, se expresan en la (tabla 5.6).

Tabla 5.6 Días efectivos de trabajo (resto de operaciones)

Total de días de trabajo en el año	237
Turnos por día (turno/día)	1
Horas trabajadas por turno (h/turno)	6,88

Para el resto de las operaciones que no se verán afectada por el desnivel del río se podrán llevar a cabo durante los 12 meses del año, en los cuales se tienen 15 días feriados y 9 días de imprevisto por situaciones externas. Teniendo así 237 días laborables al año.

### 5.3.4 Producción estimada

La producción anual de la arena lavada se realizará con base en el estudio de mercado realizado considerando la demanda del mercado, para satisfacer dicha demanda se deberán extraer 11.509 m<sup>3</sup>/año. Para alcanzar esta producción se deberá establecer una meta de producción a corto plazo semanal y mensual que se presenta en la tabla 5.7

Tabla 5.7 Producción requerida

Mes	Producción requerida	
	Mensual (m <sup>3</sup> /mes)	Semanal (m <sup>3</sup> /semana)
Enero	1.280	426,67
Mayo	1.280	320,00
Junio	1.280	320,00
Julio	1.280	320,00

Continuación de la tabla 5.7

Agosto	1.280	320,00
Septiembre	1.280	320,00
Octubre	1.280	320,00
Noviembre	1.280	320,00
Diciembre	1.280	320,00
Total (m <sup>3</sup> /año)	11.520	

Cabe destacar que solo se laborarán 9 meses del año mientras la draga pueda estar en el área de extracción, durante el mes de enero se realizarán operaciones fluviales las primeras 3 semanas de ese mes debido a esto se debe el incremento de la producción semanal para ese mes, y las operaciones de extracción se realizarán de lunes – jueves y los días viernes se laborará medio día para realizar el mantenimiento preventivo de los equipos. Los días en los cuales se despachará la arena lavada en los patios de almacenamiento será los días jueves.

Días de producción a la semana = 4 días / semana

Producción semanal requerida (resto de meses) = 320 m<sup>3</sup>/semana

Producción semanal requerida (enero) = 426,67 m<sup>3</sup>/semana

$$\text{Producción diaria requerida (resto de meses)} = \frac{320\text{m}^3/\text{semana}}{4\text{días/semana}} = 80 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Producción diaria requerida (enero)} = \frac{426,67\text{m}^3/\text{semana}}{4 \text{ días/semana}} \approx 107 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Producción horaria requerida (resto de meses)} = \frac{80\text{m}^3/\text{día}}{6,88 \text{ h/día}} = 11,63 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Producción horaria requerida (enero)} = \frac{107 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{6,88 \frac{\text{h}}{\text{día}}} = 15,55 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

### 5.3.5 Vida útil de la arenera

Se estima en función a la demanda insatisfecha de la arena lavada en la zona de estudio lo cual dependerá del incremento o no de la demanda de la arena, para esto se empleará la ecuación 3.8, mostrada en el capítulo III.

$$\text{Vida útil} = \frac{130.697 \text{ m}^3}{11.520 \text{ m}^3/\text{año}} = 11,35 \text{ años u 11 años y 4 meses.}$$

Es importante destacar que esta vida útil del proyecto es con base en lo medido para efectos del trabajo, ya que el río tiene una reposición de arena de la cual se desconoce el porcentaje de reposición. Se ha observado que el río anualmente repone lo que se extrae por lo que se puede decir empíricamente de que las reservas son eternas mientras el río exista.

### 5.3.6 Cálculos de equipos y maquinaria

Los cálculos de los equipos y maquinarias se efectuarán de acuerdo a la producción requerida.

#### 5.3.6.1 Cálculo del porcentaje de la fracción sólida de la pulpa agua - arena

Lo primero a considerarse en el cálculo del porcentaje de sólidos de la pulpa, es la producción horaria requerida la cual es de 15,55 m<sup>3</sup>/h, para el cálculo de la bomba se necesita un caudal de producción que genere un volumen de sólidos de 15,55 m<sup>3</sup>/h para obtener dicho caudal de producción se empleará la ecuación 3.6 mostrada en el capítulo III.

$$CV = FVM / FVP$$

donde:

CV: Concentración de sólidos en volumen

FVM: Flujo volumétrico del mineral

FVP: Flujo volumétrico de la pulpa

$$40\% = (15,55 \text{ m}^3/\text{h}) / FVP \quad \text{Despejamos flujo volumétrico de la pulpa}$$

$$FVP = \frac{15,55 \text{ m}^3/\text{h}}{0,40} = 38,875 \text{ m}^3/\text{h}.$$

De esta manera se obtiene el flujo volumétrico de la pulpa que no es más que el caudal de producción requerido para poder obtener una producción de sólidos de  $15,55 \text{ m}^3/\text{h}$ . Se establece una concentración de sólidos en volumen del 40% tomando como referencia del trabajo realizado en el río Orocopiche por Agelviz, O., y Blanco, B. En el cual definen un 30% de concentración de sólidos. Para el nivel de producción que se requiere se considera que el flujo volumétrico de la pulpa obtenido es el adecuado.

### 5.3.6.2 Cálculo de los requerimientos para la bomba a emplearse

- ✓ Cálculo de sección y diámetro de la tubería de descarga: Se empleará una velocidad de 3,66 m/s, es decir el flujo viajará en un tiempo de 82 segundos o 1,37 minutos desde la draga hasta el patio de almacenamiento donde será expulsada la arena, ya que la sección de la tubería de descarga es de 300 metros. La sección de la tubería de descarga es igual a la distancia que existe desde la draga hasta el patio de almacenamiento, esto fue medido en tiempo de verano desde el sitio donde se ubicara la draga hasta el patio de almacenamiento. Esta

distancia es un poco extensa debido a que entre el río y la sabana se encuentra una capa vegetal y la cual dicha zona es un bajo y el río en sus niveles más altos inunda esta zona.

$$Q = 38,875 \text{ m}^3/\text{h}$$

$Q = V (\pi r^2)$  de la ecuación de caudal despejamos el radio

Donde:

$$Q = \text{Caudal } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \text{ o } \text{m}^3/\text{s}\right)$$

$V =$  Velocidad media del fluido

$\pi r^2 =$  Sección de la tubería

$\emptyset =$  diámetro de la tubería (m o pulgadas)

$$r = \sqrt{\frac{Q}{\pi V}} \quad r = \sqrt{\frac{38,875 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi(13.176 \frac{\text{m}}{\text{h}})}} = 0,031 \text{ m}$$

$$\emptyset = 2r \quad \emptyset = 2(0,031\text{m}) = 0,061 \text{ m} = 2,41 \approx 2\frac{1}{2} \text{ pulgadas}$$

- ✓ Cálculo de sección y diámetro de la tubería de succión: Se empleará una velocidad de 2,44 m/s, en el cual el flujo viajará desde el fondo del río hasta la bomba en una sección de 10 metros, para posteriormente ser expelida por la tubería de descarga hasta el patio de almacenamiento. Esta sección de 10 metros fue tomada por la evidencia de los niveles del río marcada en los árboles, se tomaron dichas medidas directamente en los árboles y se le dejó una holgura de 2 metros.

$$r = \sqrt{\frac{38,875 \text{ m}^3/h}{\pi(8.784 \frac{\text{m}}{h})}} = 0,034 \text{ m}$$

$$\emptyset = 2(0,034 \text{ m}) = 0,075 \text{ m} = 2,96 \text{ pulgadas} \approx 3 \text{ pulgadas}$$

Para la selección del diámetro de la tubería se aproximó para el de la tubería de succión a 3 pulgadas y el de la descarga a 2½ pulgadas, por ser el diámetro de comercial de las tuberías a emplearse ubicado en la tabla de la figura 5.4

Serie inglesa SDR 26 (11,2 kg/cm <sup>2</sup> )			Serie metrica PN 10		
Diámetro Nominal (pulgadas)	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro exterior (mm)	Diámetro Nominal (mm)
½ *	21.3	15.8	17	20	20*
¾ *	26.7	23.5	23	25	25
1	33.4	30.4	27.2	32	32
1 ¼	42.2	38.9	36.2	40	40
1 ½	48.3	43.9	45.2	50	50
2	60.3	55.2	57.0	63	63
2 ½	73.0	66.9	67.8	75	75
3	88.9	81.6	85.7	90	90
4	114.3	105.0	99.4	110	110
6	168.3	154.5	144.5	160	160
8	219.1	201.3	180.8	200	200
10	273.1	240.9	230.8	250	250
12	323.9	285.8	290.8	315	300

Figura 5.4 Tabla con diámetros comerciales de tuberías (fuente: Malecor)

- ✓ Cálculos para determinar la densidad de la pulpa: El flujo volumétrico de la pulpa es de 38,875 m<sup>3</sup> en una hora de producción. En la sección anterior se estableció una concentración de sólidos para un 40% mientras que para el agua será de un 60%.

$$\text{Volumen del agua} = 0,6 \times 38,875 \text{ m}^3 = 23,325 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de arena} = 0,4 \times 38,875 \text{ m}^3 = 15,55 \text{ m}^3$$

GRUPO DE MATERIALES	DENSIDAD (PESO/VOLUMEN)*	DENSIDAD MATERIAL COMPACTADO
ARENAS LAVADAS	de 1550 a 1600 Kg/m <sup>3</sup>	
ARENA G 0/3	de 1500 a 1550 Kg/m <sup>3</sup>	
MEZCLAS	de 1600 a 1700 Kg/m <sup>3</sup>	
SABLÓ CRIBADO G 0/6	de 1450 a 1500 Kg/m <sup>3</sup>	de 2000 a 2100 Kg/m <sup>3</sup>
ZAHORRA Z 25	de 1600 a 1700 Kg/m <sup>3</sup>	de 2160 a 2200 Kg/m <sup>3</sup>
GRAVILLAS	de 1500 a 1550 Kg/m <sup>3</sup>	de 1500 a 1550 Kg/m <sup>3</sup>
GRAVA 30/60	1450 Kg/m <sup>3</sup>	1450 Kg/m <sup>3</sup>

Figura 5.5 Tabla de densidades de la arena (fuente: Arids Garcia)

$$\text{Masa del agua} = \rho_{H_2O} \times \text{Volumen}_{H_2O} = 23,325 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 23.325 \text{ kg}$$

$$\text{Masa de la arena} = \rho_{\text{Arena}} \times \text{Volumen}_{\text{Arena}} = 1550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 15,55 \text{ m}^3 = 24.102,50 \text{ kg}.$$

$$\rho_{\text{Pulpa}} = \frac{\text{masa}_{H_2O}}{\text{Volumen}_{H_2O}} + \frac{\text{masa}_{\text{arena}}}{\text{Volumen}_{\text{arena}}}$$

Donde:

$$\text{masa}_{H_2O} = \text{masa del agua (kg)}$$

$$\text{Volumen}_{H_2O} = \text{Volumen del agua (m}^3\text{)}$$

$masa_{arena}$  = masa de la arena (kg)

$Volumen_{arena}$  = Volumen de la arena (m<sup>3</sup>)

$$\rho_{Pulpa} = \frac{23.325 \text{ kg} + 24.102,50 \text{ kg}}{23,325 \text{ m}^3 + 15,55 \text{ m}^3} = 1.220 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

1. Cálculos de requerimientos para la bomba: Para realizar los cálculos de los requerimientos para la bomba se tendrá en cuenta principalmente el caudal de producción requerido, así como también la fricción por la tubería a emplearse y las pérdidas de cargas debido a los codos y accesorios como acoples.

*Numero de Reynolds (Re) tubería de descarga:* Para obtener el número de Reynolds se empleará la ecuación 3.1 mostrada en el capítulo III.

$$Re = \frac{(3,66 \frac{\text{m}}{\text{s}})(0,067\text{m})(1.220 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{1 \times 10^{-3} \text{ kg/m s}} = 299.168$$

El flujo de la tubería de descarga se considera que es flujo turbulento ya que  $Re > 5.000$

*Numero de Reynolds (Re) tubería de succión:*

$$Re = \frac{(2,44 \frac{\text{m}}{\text{s}})(0,082\text{m})(1.220 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{1 \times 10^{-3} \text{ kg/m s}} = 244.098$$

El flujo de la tubería de succión también se considera como un flujo turbulento. Estos valores de Reynolds se emplearán para determinar el coeficiente de fricción de las tuberías.

*Coefficiente de fricción de la tubería de descarga:* El coeficiente de fricción se obtuvo mediante la ecuación 3.4 mostrada en el capítulo III

$$f = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \quad f = \frac{0,316}{299.168^{0,25}} = 0,014$$

*Coefficiente de fricción de la tubería de succión:*

$$f = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \quad f = \frac{0,316}{244.098^{0,25}} = 0,014$$

Estos valores para los coeficientes de fricción tanto para la tubería de succión como la de descarga se empleará para el posterior cálculo de las pérdidas de carga a través de la tubería.

*Pérdida de cargas primaria en la tubería de descarga:* Las pérdidas de cargas en las tuberías se obtienen mediante la ecuación de Darcy, ecuación 3.2 mostrada en el capítulo III.

$$\text{perdida de carga} = 0,014 \left( \frac{300 \text{ m}}{0,067 \text{ m}} \right) \left[ \frac{\left( \frac{3,66 \text{ m}}{\text{s}} \right)^2}{2(9,81 \text{ m/s}^2)} \right] = 42,80 \text{ m}$$

*Pérdida de cargas primaria en la tubería de succión:*

$$H_f = 0,014 \left( \frac{10 \text{ m}}{0,082 \text{ m}} \right) \left[ \frac{\left( \frac{2,44 \text{ m}}{\text{s}} \right)^2}{2(9,81 \text{ m/s}^2)} \right] = 0,52 \text{ m}$$

*Pérdida de cargas secundaria en la tubería de descarga:* La pérdida de carga secundaria se verá influenciada por los accesorios de conexiones en las tuberías es decir los acoples para el tramo de la tubería de descarga se usarán 25 acoples mientras

que para el de la tubería de succión se empleará un solo acople ya que se usarán dos tuberías de 6 m cada una, en el tramo de la tubería de descarga se emplearán 50 tuberías de 6 m. El coeficiente de pérdida de los accesorios empleado en la red de la tubería fue tomado de la tabla ubicada en el apéndice B.

$$h_f = \sum K \left( \frac{V^2}{2g} \right) \quad h_f = 0,45(25) \left( \frac{\left( \frac{3,66m}{s} \right)^2}{2(9,81 \text{ m/s}^2)} \right) = 7,68 \text{ m}$$

Donde:

K = coeficiente de pérdida de los accesorios presentes en la red de tubería

V = Velocidad media del fluido

g = aceleración de la gravedad 9,81 m/s<sup>2</sup>

*Pérdida de cargas secundaria en la tubería de succión:*

$$h_f = 0,45 \left( \frac{\left( \frac{2,44m}{s} \right)^2}{2(9,81 \text{ m/s}^2)} \right) = 0,14 \text{ m}$$

*Pérdida de cargas total:*

$$H_{\text{bomba}} = H_f + h_f + H_{\text{geodésica}} \quad H = 43,32 \text{ m} + 7,82 \text{ m} + 7 \text{ m} = 58,14 \text{ m}$$

Donde:

$H_{\text{bomba}}$  = Pérdida de cargas total (m)

$H_{\text{geodésica}}$

= Diferencia de altura entre el nivel del río y el nivel de descarga de la pulpa

*Potencia requerida para la bomba:* La eficiencia máxima de la bomba fue suministrada en una tabla del apéndice A.1 por los proveedores del equipo el cual es de 58 %. Mediante la ecuación 3.8 mostrada en el capítulo III.

$$P_B = \frac{(H_B)(\rho)(g)(Q)}{\eta} = W \quad P_B = \frac{(58,14 \text{ m})(1.220 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})(0,011 \frac{\text{m}^3}{\text{s}})}{0,58}$$

$$P_B = 13.196,80 \text{ W o } 13,197 \text{ KW}$$

*NPSH de la bomba:* El NPSH de la bomba calculado se obtuvo mediante la ecuación 3.5 mostrada en el capítulo III mientras que el NPSH suministrado por el proveedor de la bomba se encuentra en la tabla del apéndice A. Una vez obtenido el apéndice calculado es comparado por el suministrado por el proveedor para determinar que la bomba no trabaje bajo condiciones de cavitación.

$$NPSH_D = \frac{0,7 (P_S - P_V)}{G.E} - Z - h = (m)$$

$$P_S = 14,7 \text{ PSI}$$

$$P_V = 0,2563 \text{ PSI} \quad G.E = 1$$

$$Z = 1,5 \text{ m Altura de succión.}$$

$$h = 0,043 \text{ m}$$

$$NPSH_D = 8,56 \text{ m}$$

### 5.3.6.3 Selección de la bomba

Una vez obtenido los requerimientos para la bomba a emplearse en función del caudal de producción requerido, de las pérdidas de cargas debido a la altura total dinámica de bombeo se puede seleccionar teniendo en cuenta estos requerimientos la bomba.

En la tabla ubicada en el apéndice A.1 se pueden observar distintas bombas con distintitos parámetros de estas bombas la que más se ajusta a los requerimientos para el proyecto es una bomba centrífuga 100D-SG sunbopump de la empresa Shijiazhuang SunboPump Co., Ltd ya que cumple con todos los parámetros requeridos, para su buen funcionamiento y alcanzar el nivel de producción previamente establecido.



Figura 5.6 Bomba centrífuga SunboPump 100D-SG

### 5.3.6.4 Tuberías de succión y descarga

El material de esta tubería estará constituido por caucho con un diámetro de 3 pulgadas por 10 metros en el tramo de succión y de 2 pulgadas y media por 300 metros en el tramo horizontal de descarga, cada tramo contará con 6 m de longitud.

### 5.3.6.5 Motor

Es un motor de combustión interna tipo Diesel, de 4 cilindros marca Kubota V1505-E2-BG refrigerado por agua con una potencia de 13,40 KW. La potencia del motor es necesaria para accionar la bomba mediante la transformación de la energía por parte de una caja que convierte la potencia y revoluciones 2,5 veces más que la entregada por el motor, la potencia máxima permitida de la bomba es de 60 Kw. En la (Tabla 5.8) se muestran detalladamente las especificaciones del motor.

Tabla 5.8 Especificaciones general del motor Kubota V1505-E2-BG

<b>Especificaciones generales</b>	
Cilindros	4
Tipo	Motor diésel vertical de 4 tiempos, refrigerado por agua
Diámetro y carrera mm(in)	78,0 x 78,4 (3,07 x 3,09)
Aspiración	Aspiración natural
Salida en espera/velocidad KW(HP)/RPM	15,1 (20,2) / 1800
Salida continua/velocidad KW(HP)/RPM	13,4 (18,0) / 1800
Sistema de combustión	Inyección directa
Sistema de combustible	Bomba en línea

Continuación de la Tabla 5.8

Largo x Ancho x Alto mm(in)	601 x 391 x 607 (23,7 x 15,4 x 23,9)
Peso en seco kg (lb)	127 (280)

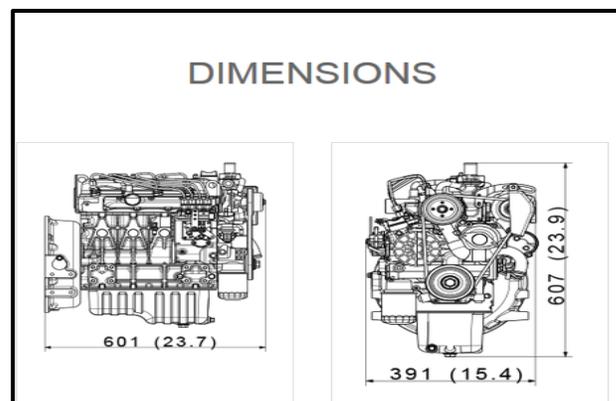


Figura 5.7 Dimensiones del motor Kubota V1505-E2-BG

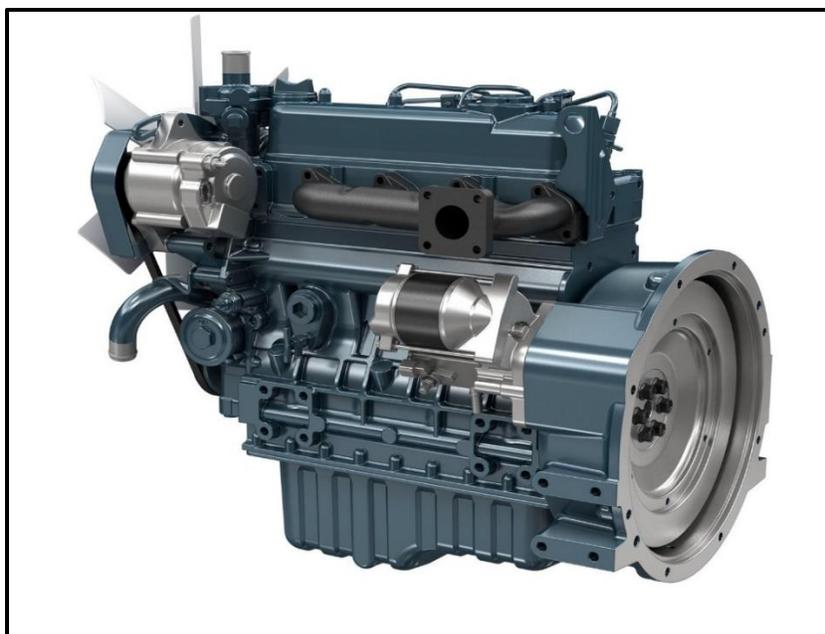


Figura 5.8 Motor Kubota V1505-E2-BG

### 5.3.6.6 Diseño de la balsa

La balsa estará compuesta por una cabina de operaciones por la bomba centrífuga y el motor de la bomba, para el diseño de la misma es necesario tener en cuenta las dimensiones del motor mostradas en el apéndice C.1 y las dimensiones de la bomba mostrados en el apéndice A.2 y la cabina de operaciones.

- ✓ Cálculos para el diseño de la balsa: Para determinar el peso necesario que deberá soportar la balsa se tomaron en consideración que la balsa podrá operar con tres personas sobre su superficie más el peso de su cabina el de la bomba, motor y un porcentaje de seguridad del 20 % del peso total calculado.

Peso del motor = 200 kg

Peso de la bomba = 400 kg

Cabina de operaciones = 180 kg

Peso promedio/persona = 85 kg

4 personas x (85 kg/personas) = 340 kg

Peso necesario total (W) = [(1.205 kg)x1,2x(9,81 m/s<sup>2</sup>) = 14.185,26N.

Basándose en el principio de Arquímedes para determinar el tamaño de los pontones de la balsa se realizaron los siguientes cálculos.

$E > W =$  Flota la balsa

$$E = \rho_{H_2O} \times g \times V$$

Donde:

E = Fuerza de empuje (N)

E = 17.000 N.

Conociendo la fuerza de empuje necesaria para que la balsa flote se procede a calcular el volumen necesario del flotador o pontón de la balsa

$$V = \frac{17.000N}{(1.000 \frac{kg}{m^3}) (9,81 \frac{m}{s^2})} = 1,7329 m^3$$

El volumen necesario para hacer flotar la balsa es de 1,7329 m<sup>3</sup>, como se tendrán dos pontones se divide este valor por lo cual cada pontón deberá tener un volumen de 0,87 m<sup>3</sup>

Por requerimientos de los equipos a emplearse sobre la balsa se requiere una superficie con 3,5 m de eslora y 0,5 metros de manga. Ahora se procede a determinar la profundidad de la balsa o puntal.

V = (Eslora)(manga)(puntal)

$$Puntal = \frac{0,87 m^3}{(3,5m)(0,3m)} = 0,83 \approx 1 m$$

Peso de la balsa = Peso del agua desplazada

$$14.185,26 N = (9,81 m/seg^2) ((3,5m \times 0,3m \times Y)*2)(1000kg/m^3)$$

Y = 0,68 m sumergida

La estructura de hierro estará dividida en dos pontones contará con las siguientes dimensiones 3,5 metros de eslora (largo), 0,5 metros de manga (ancho) y 0,5 metro de puntal (profundidad). En la figura 5.9 se muestra el diseño de la balsa,

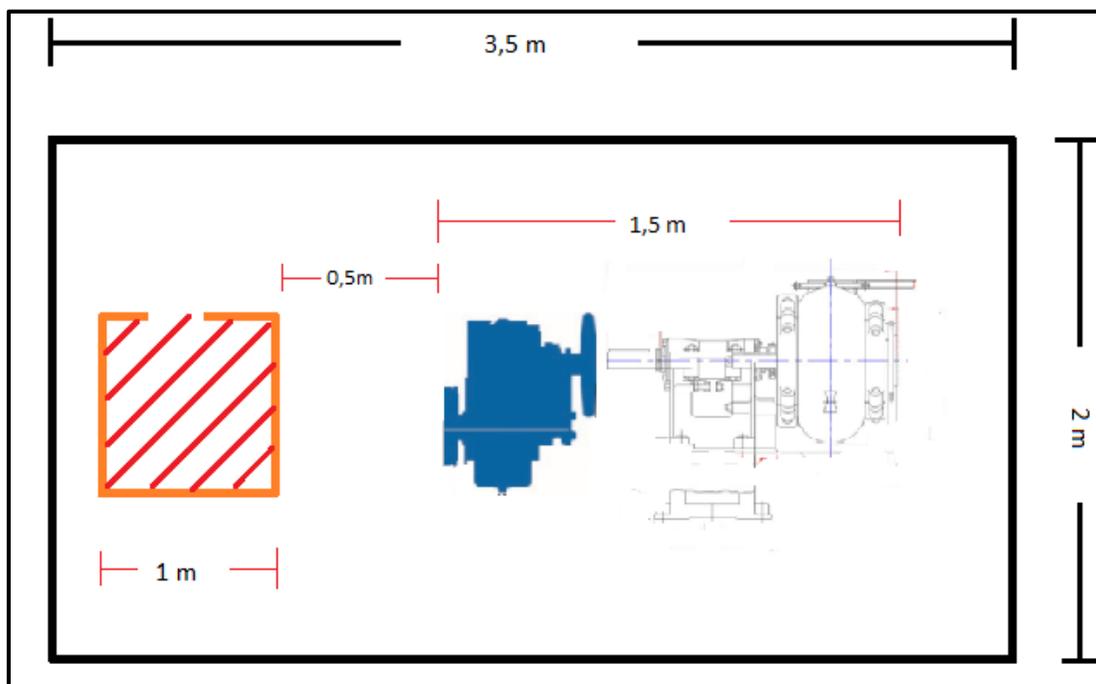


Figura 5.9 Diseño de la balsa

- ✓ Cabina de operaciones: Esta cabina estará ubicada en la balsa la cual contará con los controles y comando para operar la draga. Cuyas dimensiones serán de 1 m por 1 m.

### 5.3.6.7 Cargador frontal Komatsu WA80M-7

Se utilizará un (1) cargador frontal de capacidad de 1 m<sup>3</sup>, el cual será empleado en las operaciones terrestre para el arranque del material suelto y carga de los camiones en el patio de almacenamiento también para la nivelación de la zona en el patio de almacenamiento y carreteras cuando estas sean dañadas debido al peso del acarreo. (Tabla 5.9 y figura 5.10)

Tabla 5.9 Especificaciones del Cargador Komatsu WA80M-7

<b>Marca</b>	<b>Komatsu</b>
Modelo	WA80M-7
Velocidad de Avance	30 km/h
Potencia bruta	52Kw (69,7 hp)
Carga Útil	0,3 m <sup>3</sup>
Tiempo de elevación	5,9 segundos
Tiempo de descarga	1,4 segundos
Capacidad de combustible	130 litros
Altura máxima	4.094 mm



Figura 5.10 Cargador frontal Komatsu WA80M-7

- ✓ Producción requerida de la pala: Como requisito para el desarrollo productivo de la arenera, es necesario la selección adecuada de la pala o el balde del cargador frontal, tomando en consideración las características propias del equipo y el material a ser removido.
- ✓ Rendimiento del cargador: El rendimiento horario de la pala se obtiene del producto de los metros cúbicos/ciclo que mueve la pala por los ciclos que realiza la misma en una hora para ello se necesita la capacidad del balde y el tiempo que tarda la pala para realizar un ciclo este está compuesto por:

Carga del cucharón = 3 segundos

Giro con carga = 3,2 segundos

Descarga = 6,5 segundos

Giro de regreso = 2,7 segundos

*Rendimiento horario* = (metro cubico/ciclos) (ciclos/h)

*Tiempo de ciclo del cargador* = Carga del cucharón + Giro con carga + Descarga + Giro de regreso = 15,4 segundos = 0,26 minutos

*Metros cúbicos/ciclo* = (Capacidad nominal del balde) (Factor de llenado) = 0,267 m<sup>3</sup>

Tabla 5.10 Densidades de los materiales en banco y suelto para los casos más frecuentes del movimiento de tierra. Tarilonte, J. (2016)

<b>Material</b>	$d_L$ (t/m <sup>3</sup> )	$d_B$ (t/m <sup>3</sup> )	$S_w$ (%)	$F_w$
Arenisca	1,51	2,52	67	0,60

Continuación de la tabla 5.10

Arena	Seca	1,42	1,60	13	0,89
	Húmeda	1,69	1,90	13	0,89
	Empapada	1,84	2,08	13	0,89

Donde:

$d_L$  = densidad suelta

$d_B$  = densidad en banco

$S_w$  = porcentaje de esponjamiento

$F_w$  = factor de esponjamiento

Por ser arena humedad se emplea un factor de llenado o esponjamiento igual a (0,89).

Ciclos/h suponiendo una eficiencia del operador del 58 %, la eficiencia del operador dependerá únicamente de la experiencia del mismo en el manejo de este tipo de máquinas es por ello que se asumirá una eficiencia del operador del 58%.

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{hora}} = \frac{(3.600 \text{ segundos})(0,58)}{15,4 \text{ segundos}} = 135,58 \approx 136 \text{ ciclos/h}$$

*Rendimiento horario del cargador* = (0,267 m<sup>3</sup>/Ciclos) (136 Ciclos/h) = 36,31 m<sup>3</sup>/h.

Los días de despachos en la arenera serán los días jueves, para cumplir con la demanda semanal requerida se deberán despachar 240 m<sup>3</sup>/semana y el rendimiento horario del cargador es 36,31 m<sup>3</sup>/h lo que quiere decir que con un cargador es suficiente para esta labor. La altura máxima de los equipos de transporte de arena es de 3,5 m y la de pala es de 4 m por lo tanto es la adecuada para el trabajo.

### 5.3.6 Equipos auxiliares

En toda explotación minera existen varias actividades secundarias que se realizan paralelas a la producción, las cuales permiten un desarrollo armónico de las operaciones. Este tipo de actividades son muy importantes, dado que sin ellas la mina no funcionaría de forma óptima o lo haría con un rendimiento muy bajo.

#### 5.3.6.1 Lancha

Consiste en una pequeña embarcación equipada con motor fuera de borda utilizada en el transporte de personal e insumos desde el área de operaciones en tierra firme hasta la balsa; además, se utiliza para las labores de mantenimiento de tuberías de transporte. En la lancha se transportarán un máximo de 3 personas y las herramientas para el mantenimiento de tuberías y de la draga, es por ello que se optó por seleccionar una lancha de 5 metros de eslora con un peso aproximado de 250 kg, para la selección de la lancha se consideró la información de la figura 5.11

<b>Motor HP</b>	<b>Longitud del barco (pies)</b>	<b>Longitud del barco (metros)</b>
2hp - 10hp	8' - 12'	hasta 3.5 m
5hp - 15hp	8' - 14'	hasta 4.2m
9hp - 20hp	11' - 16'	hasta 4,5 m
20hp - 40hp	13' - 18'	hasta 5.0 m
40hp - 75hp	14' - 20'	hasta 5.5m
90hp - 140hp	16' - 25'	hasta 6m +

Figura 5.11 Tabla para la selección de la potencia correcta del fuera de borda  
fuente: Mundo Motor

Mundo motor sugiere que se necesita un caballo de fuerza por cada 25 libras (11,5 kg) de peso, incluyendo barco, pasajeros y equipo

Peso del bote = 250 kg

Peso de la tripulación = 270 kg

Peso del kit de herramientas = 120 kg

$$\text{Potencia del fuera de borda (HP)} = \frac{640 \text{ kg ( 1 HP)}}{11,25 \text{ kg}} \approx 57 \text{ HP}$$

### **5.3.7 Operaciones fluviales**

Consiste en la operación de dragado o succiona miento de la arena del fondo del río mediante una (1) bomba unida a una tubería de 10 metros de largo compuesta por dos tuberías de 5 m y una sección de 3 pulgadas (3) que extrae la arena, la cual es impelida por una tubería de dos pulgadas y media (2) de diámetro, con una longitud de 300 metros compuesta por 50 tuberías de 6 m cada una. Las operaciones fluviales solo serán llevadas a cabo de Mayo a Enero durante 9 meses.

### **5.3.8 Operaciones terrestres**

Estas operaciones se efectúan en el patio de almacenamiento, el terreno será acondicionado y nivelado frecuentemente de manera que permita el drenaje del agua hacia el río, también se llevará a cabo en el patio de almacenamiento el despacho de arena en un horario establecido.

### 5.3.9 Patio de almacenamiento

Se diseñará un patio de almacenamiento ubicado a una distancia propicia del punto de succión por parte de la draga a 250 metros de distancia, esta distancia es la establecida ya que es la distancia en la cual el río en sus niveles más alto no lograra alcanzar estos 250 metros están comprendidos desde la zona de extracción hasta el punto de descarga, el material que es extraído por la draga es depositado en capas en el patio de almacenamiento formando pilas, dicho patio tiene como función principal drenar la mayor cantidad de agua de forma natural, que por gravedad se devolverá al río quedando una arena de húmeda a seca su otra finalidad es la de despachar la arena directamente desde el patio de almacenamiento llevándose a cabo operaciones terrestre como la de llenado de camiones. En la tabla 5.9 se ubican los puntos de coordenadas del patio de almacenamiento. Y en la figura 5.12 se puede visualizar su ubicación dentro del área de trabajo.

#### 5.3.9.1 Estimación del volumen y dimensiones de las pilas de arena

Se necesitan producir 320 m<sup>3</sup>/semanas y se despachará esta cantidad un día a la semana los días jueves, para el dimensionamiento de las pilas de arena se tendrá en cuenta principalmente este volumen de producción semanal.

Los cálculos de las pilas de arena se realizarán asumiendo la base de las misma de forma circular, para una altura de 8 metros y un radio de 3 metros.

$$\text{Volumen}_{\text{pilas de arena}} = \frac{\pi \cdot \text{radio}^2(H) \cdot \text{altura (h)}}{3} = \text{m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{pilas de arena}} = \frac{\pi \cdot (3 \text{ m})^2 \cdot (8 \text{ m})}{3} = 75,40 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de pilas} = \frac{320 \text{ m}^3}{75,40 \text{ m}^3} = 4,24 \text{ pilas} \approx 5 \text{ pilas}$$

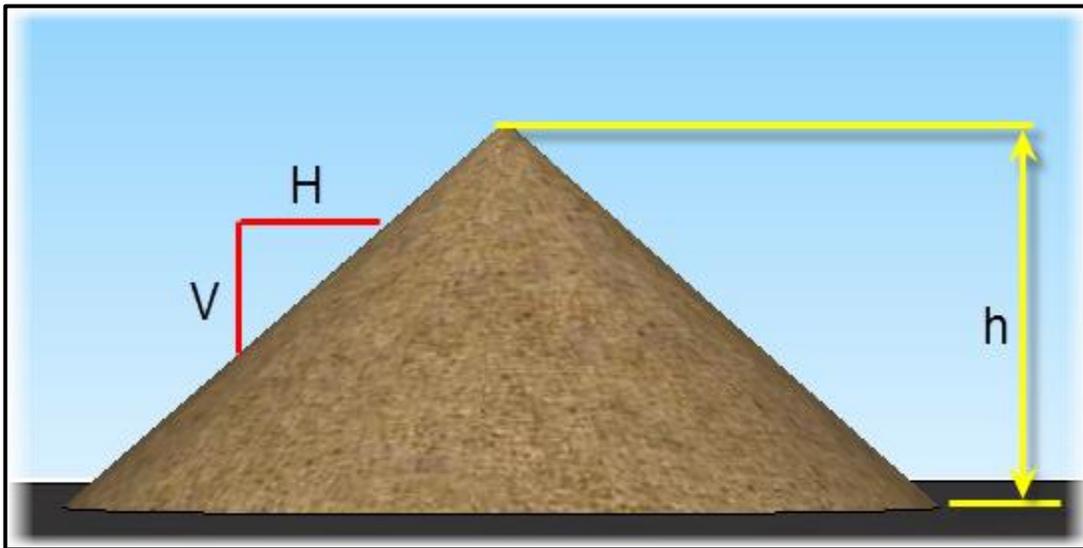


Figura 5.12 Pila de arena con las dimensiones

La altura del trípode deberá de ser de un poco más de 8 metros para poder depositar pilas de 8 metros altura. La altura del trípode será de 8,5 metros mientras que la altura de descarga será de 8,2 metros, el área de cada una de las pilas será de  $29 \text{ m}^2$  las cuatro pilas ocuparan un área en el patio de  $116 \text{ m}^2$ .

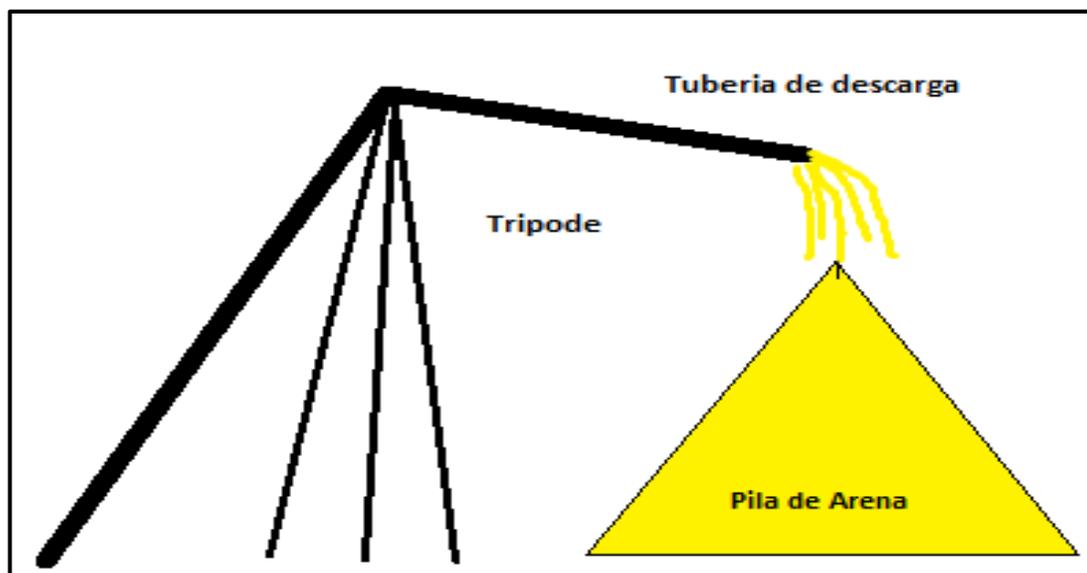


Figura 5.13 Vista longitudinal de la pila en el patio de almacenamiento

### 5.3.9.2 Dimensionamiento del área administrativa y taller de mantenimiento

Para el dimensionamiento del taller de mantenimiento se tomó en cuenta el tamaño de los equipos, así como también el espacio a ocuparse por las distintas herramientas y tanques de combustibles, mientras que para el área administrativa se realizaran dos oficinas de tal manera que se puedan llevar acabo dichas actividades y al lado un galpón para comedor de los trabajadores. En la figura 5.14 se visualiza la distribución de las distintas áreas.

$$\text{Área administrativa} = 98,16 \text{ m}^2$$

$$\text{Área del taller de mantenimiento} = 131,25 \text{ m}^2$$

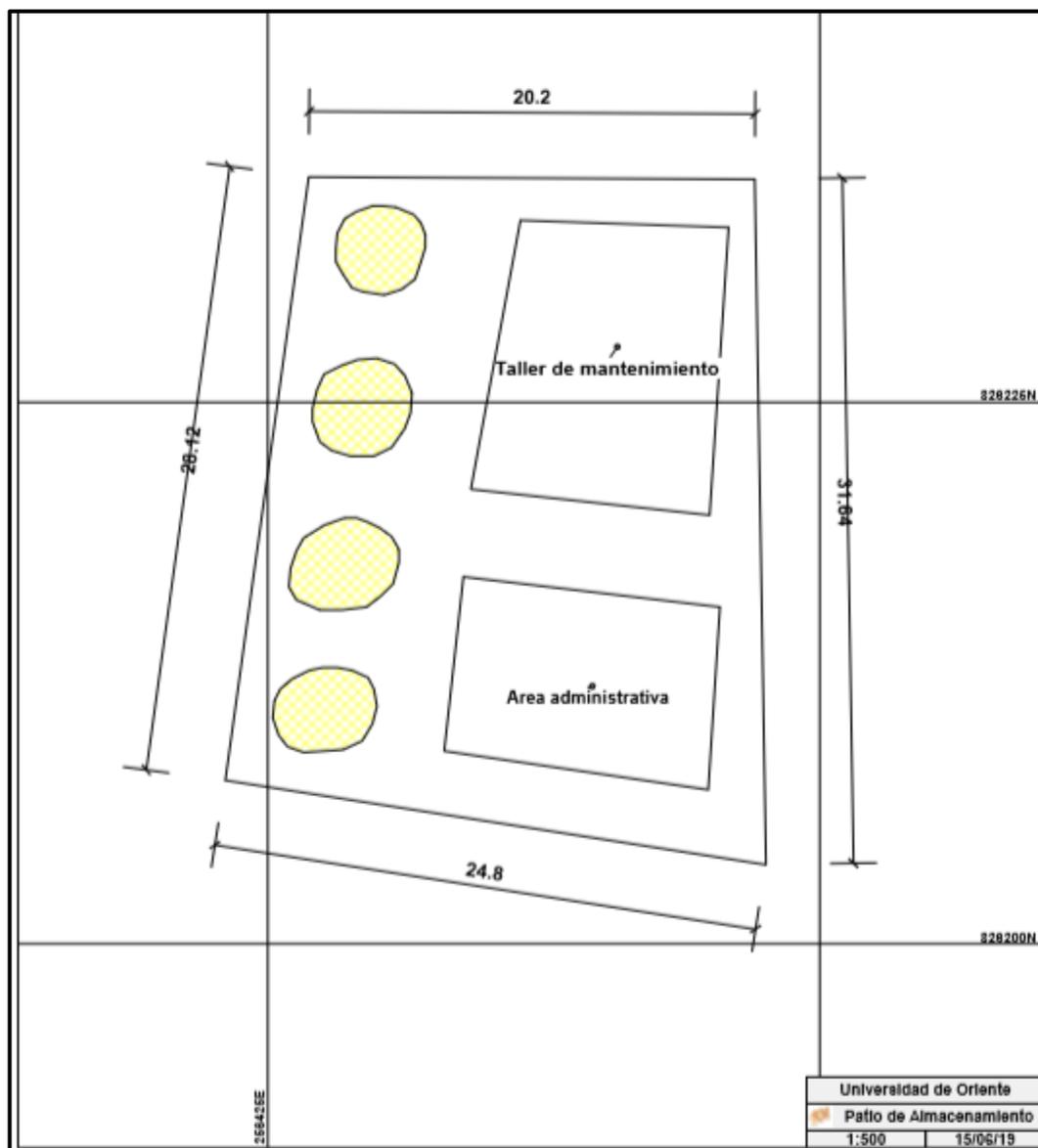


Figura 5.14 Distribución de las distintas áreas

Tabla 5.11 Coordenadas del área de trabajo

**Coordenadas UTM del área de trabajo**

Punto	Este	Norte
1	256.426,86	826.235,4

Continuación de la Tabla 5.11

2	256.447,06	826.235,29
3	256.447,57	826.203,65
4	256.423,08	826.207,54
Área	668,03 m <sup>2</sup>	

### 5.3.10 Servicios auxiliares

El área de explotación seleccionada, al estar ubicada en una zona que no cuenta con servicios públicos, por tal motivo tiene la necesidad de autosatisfacerse. En tal sentido se describe a continuación la forma y cantidad de servicios requeridos por la empresa, de manera tal que se pueda llevar armónicamente las distintas actividades a realizarse en el área de trabajo.

#### 5.3.10.1 Agua disponible para el personal

Ya que el sitio de trabajo no cuenta con los servicios mínimos necesarios se colocará termos de aguas en puntos estratégicos de manera tal que el personal tenga el vital líquido para hidratarse. El agua será transportada desde el poblado más cercano en botellones de 20 litros

Con respecto al consumo de agua diario y mensual, los expertos recomiendan beber entre 1,5 y 3 litros de agua por día, pero eso dependerá del tamaño corporal, el nivel de actividades física que se encuentre realizando la persona y las condiciones medioambientales, estos valores son para mantenerse hidratado. Es por ello que para determinar el consumo mensual de agua se establece un consumo por persona diario de 3 litros, ya que los trabajadores se encontraran laborando bajo unas condiciones medioambientales adversas.

- ✓ Consumo de agua: Para determinar el consumo de agua mensual primeramente se tendrá en cuenta el personal que laborará en un turno de trabajo en la tabla 5.12 se puede observar la cantidad de personas laborando un turno de trabajo.

Tabla 5.12 Cantidad de personal/turno

<b>Personal</b>	<b>Cantidad</b>
Supervisor de operaciones	1
Secretaria	1
Operador de draga	1
Ayudante de draga	1
Operador del cargador frontal	1
Operador de la lancha	1
Mecánico	1
Ayudante de mecánico	1
Vigilante	2
Obreros	2
<b>Total</b>	<b>12</b>

Consumo de agua/día = (12 personas) (3litros) = 36 litros de agua/día

Consumo de agua/semana = (36 litros de agua/día) (5dias/semana) = 180 litros/semana

Consumo de agua/mes = (180 litros de agua/semana) (4 semana/mes) = 720 litros de agua/mes.

720 litros de agua/mes equivale a 36 botellones de 20 litros.

### **5.3.10.2 Infraestructura**

Como principal infraestructura se contará con una unidad tipo tráiler para las actividades administrativas, una caseta para la vigilancia en la entrada de la arenera, un galpón para comedor y vestuario, un depósito con divisiones para combustible, piezas para distintos equipos y herramientas, así como un espacio techado para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.

2. La unidad tipo tráiler: tendrá como función de oficina para las labores administrativas en el cual se encontrará una persona laborando en esta unidad
3. Vestuarios: Se contará con 3 vestuarios para que los operadores de los distintos equipos y mecánico puedan realizar sus cambios de ropa al momento de iniciar y finalizar sus operaciones, también contará con regaderas y lavamanos para el aseo de los trabajadores.
4. El galpón servirá como comedor de los trabajadores, el cual tendrá las siguientes dimensiones 12 metros de largo por 8 de ancho.

### **5.3.10.3 Transporte**

Para el transporte del personal proveniente de los poblados cercanos a la zona de trabajo se realizará en un vehículo tipo camioneta marca Toyota (modelo Hylux) equipada para tal fin, debido al fácil acceso de su mantenimiento y repuestos del vehículo.

#### 5.3.10.4 Salud e higiene

Aproximadamente a 8 km de la zona de trabajo se localiza el poblado más cercano, donde se encuentra un módulo de asistencia médica que puede prestar servicios de emergencia.

#### 5.3.11 Consumo de combustible y lubricantes

Motobomba: El consumo de combustible por hora está definido por el fabricante de la motobomba, de acuerdo con estos datos (Tabla 5.13) el motor de la bomba tendrá un consumo de 3 l/h.

Tabla 5.13 Consumo de combustible de la bomba

<b>l/h</b>	<b>l/día</b>	<b>l/semana</b>	<b>l/mes</b>	<b>l/año</b>
3	21	84	336	3.024

El consumo de aceite también viene definido por el fabricante de la bomba, en la tabla 5.14 se refleja el consumo que tendrá el equipo durante un año de trabajo.

Tabla 5.14 Consumo de aceite de la bomba

<b>l/h</b>	<b>l/día</b>	<b>l/semana</b>	<b>l/mes</b>	<b>l/año</b>
0,072	0,50	2	8	72

Al finalizar la jornada de trabajo diaria el personal debe colocar aceite a la motobomba y llevarlo hasta la medida indicada por el equipo, ya que al día se consume un 20% del aceite.

Cargador frontal: El consumo de combustible por hora está definido teóricamente por el fabricante del equipo, cuyo valor se puede observar en la tabla 5.15.

Tabla 5.15 Consumo de combustible del cargador frontal

<b>Equipo y modelo</b>	<b>Consumo de combustible (l/h)</b>
Cargador frontal Komatsu WA200-6	8,3-10,2

Considerando el encendido, apagado del equipo (se debe dejar encendido por espacio de 3- 5 minutos para que se enfríe), los períodos de marcha de velocidad en vacío, el recorrido en retroceso del equipo, las maniobras precisas de aceleración, las actitudes del operador a la hora de realizar el trabajo, se tiene que el consumo promedio que tendrá el equipo será de:

$$\text{Consumo de combustible} = (8,3 + 10,2)/2 = 9,25 \text{ l/h}$$

En un día de trabajo de 6,88 horas efectivas se tendrá un consumo de:

Con el rendimiento horario del cargador el volumen a despacharse por turno podemos obtener las horas efectivas de trabajo del cargador y así poder obtener su consumo de combustible

$$\text{Volumen a despacharse diario} = 240 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Rendimiento horario del cargador} = 131 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Horas efectivas de trabajo del cargador} = \frac{(240 \text{ m}^3)(1 \text{ h})}{131 \text{ m}^3} = 1,83 \text{ h}$$

$$\text{Combustible}_{\text{día}} = 9,25 \text{ l/h} \times 1,83 \text{ h/día} = 16,93 \text{ l/día}$$

$$\text{Combustible}_{\text{semana}} = 16,93 \text{ l/día} \times 1 \text{ día/semana} = 16,93 \text{ l/semana}$$

$$\text{Combustible}_{\text{mes}} = 16,93 \text{ l/semana} \times 4 \text{ semana/mes} \approx 68 \text{ l/mes}$$

$$\text{Combustible}_{\text{año}} = 68 \text{ l/mes} \times 12 \text{ mes/año} = 816 \text{ l/año}$$

Antes de comenzar las actividades mineras, el equipo debe dotarse de aceite tanto de motor como hidráulico, es por ello que en la tabla 5.16 y 5.17 se reflejan la cantidad de litros con la cual el equipo comenzará a realizar sus labores, considerándose los mismo como un consumo inicial de aceite.

Tabla 5.16 Consumo inicial de aceite de motor

<b>Aceites</b>	<b>Aceite necesario para el equipo (l)</b>
Carter	7,6

Tabla 5.17 Consumo inicial de aceite hidráulico

<b>Aceites</b>	<b>Aceite necesario para el equipo</b>
Trasmisión	18,2
Mandos finales	38
Control hidráulico	79
Consumo Total	135,2

Días trabajados al año del cargador = (48 semanas/año) (1 día/semana) = 48 días/año

Horas de trabajo efectiva anual del cargador = (48 días/año) (1,83 h/día)  $\approx$  88 h/año

El equipo trabajará 88 horas anual al completarse este tiempo será necesario realizar un cambio de todos los aceites, (cárter, transmisión, mandos finales, control hidráulico) para tener el óptimo funcionamiento del equipo. Por tanto, al año debe realizarse solo un cambio de aceite.

A medida que el equipo lleva a cabo sus funciones tiene un consumo adicional de estos lubricantes, partiendo de la especificación dada por el fabricante se harán los cálculos para determinar la cantidad de litros que consumirá el equipo en un año, adaptándose a las condiciones de trabajo. Dichos cálculos de aceite de motor y aceite hidráulico se pueden observar en las tablas 5.18, 5.19 y 5.20.

Tabla 5.18 Consumo de aceite de motor por el cargador frontal

<b>Aceites</b>	<b>l/h</b>	<b>l/día</b>	<b>l/semana</b>	<b>l/mes</b>	<b>l/año</b>
Carter	0,017	0,031	0,031	0,124	1,45

Tabla 5.19 Consumo de aceite hidráulico por el cargador frontal

<b>Aceites</b>	<b>l/h</b>	<b>l/día</b>	<b>l/semana</b>	<b>l/mes</b>	<b>l/año</b>	<b>Consumo Total Aceite- hidráulico</b>
Trasmisión	0,010	0,018	0,018	0,07	0,84	0,84
Mandos finales	0,018	0,033	0,033	0,13	1,58	1,58
Control hidráulico	0,015	0,028	0,028	0,11	1,32	1,32
Total de aceite hidráulico						3,74

En el mantenimiento preventivo se le hará cada 4 días al equipo, una de las tareas primordiales será completar los niveles de aceites.

Tabla 5.20 Consumo total de aceite por año

<b>Aceites</b>	<b>Consumo inicial o por cambio</b>	<b>Consumo en Operaciones</b>	<b>l/año</b>
Consumo total de aceite de motor	7,6	1,45	9,5
Consumo total de aceite hidráulico	135,2	3,74	138,94

Por su parte el consumo de grasa que tendrá el equipo se puede observar en la Tabla 5.21.

Tabla 5.21 Consumo de grasa por el equipo

<b>Consumo</b>	<b>kg/h</b>	<b>kg/día</b>	<b>kg/semana</b>	<b>kg/mes</b>	<b>kg/año</b>
<b>de grasa</b>	0,02	0,02	0,02	0,08	1

El personal de mantenimiento se encargará de engrasar el equipo semanalmente.

#### **5.4 Evaluacion economica**

La evaluación se va realizar en base a una producción de 11.509 m<sup>3</sup>/año, tomando en cuenta la variación en los costos de producción como consecuencia de la variación del tipo de cambio. Cabe destacar, que no existe proyecto alguno que pueda ser rentable con las variables económicas actuales ni las que se pueden prever por tendencia, de tal forma que, para esta evaluación económica se ha considerado un viraje en la política económica actual de tal manera que, como consecuencia de ese

viraje, las proyecciones de paridad de cambio serían las que se muestran en la tabla 5.22

Tabla 5.22 Proyección del tipo de cambio para Venezuela

<b>Año</b>	<b>Tipo de cambio proyectado (Bs/US\$)</b>
2019	30.000
2020	40.000
2021	44.000
2022	46.000
2023	47.000
2024	47.900
2025	48.700
2026	49.350
2027	49.850
2028	50.220
2029	50.470
2030	50.610

Esto es un escenario conservador, en el que no se consideran medidas como dolarización o eurización, cestas de moneda o cualquier otra medida similar que podrían producir efectos más inmediatos en la economía, pero que reducirían las maniobras macroeconómicas para el ejercicio de política monetaria, estrategia ésta que no hay evidencia que pudiera ser tomada, ni por los que gobiernan actualmente ni por la mayoría de los políticos opositores.

#### **5.4.1 Inversión inicial**

La inversión estimada para iniciar el funcionamiento del proyecto, se calculó en base a los precios para adquirir los equipos en el mercado, de igual manera en esta inversión se ven reflejadas las infraestructuras a desarrollar en el área de explotación. En este sentido, la inversión inicial requerida se encuentra distribuida y reflejada en

dólares a la tasa del dólar Dicom de 5.400 Bs/US\$ para la fecha del 17/05/2019, tal como se muestra en la tabla 5.22.

Tabla 5.22 Inversión inicial

<b>Equipos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario US\$</b>	<b>Precio Total US\$</b>	<b>Observación</b>
Draga o Equipo de Extracción	Bomba	1	3.393	3.393	Nuevo
	Balsa de fabricación artesanal	1	1.800	1.800	Nuevo
	Motor	1	12.000	12.000	Nuevo
	Acoples 4"	25	15	375	Nuevo
	Acoples 6"	1	18	18	Nuevo
	Flotadores	8	5	40	Nuevo
	Mangueras de 4" de 6 m	50	209	10.450	Nuevo
Mangueras de 6" de 5 m	2	215	430	Nuevo	
Equipo de Carga	Cargador Frontal Komatsu WA80M - 7	1	25.000	25.000	Nuevo
Equipos Auxiliares	Motor fuera de borda de 60 hp	1	2.800	2.800	Usado
	Camioneta Toyota Hylux	1	15.000	15.000	Usado
	Lancha	1	2.300	2.300	Usado
	Tráiler	1	3.500	3.500	Usado
	Tanque para combustible	2	150	300	Nuevo
<b>Total</b>				<b>77.406</b>	

La inversión estimada para iniciar el proyecto y su funcionamiento es de US\$ 77.406.

### 5.4.2 Estimación de ingresos

El precio de venta por metro cubico de arena lavada fue suministrado por la gerencia de fiscalización y tributos del IAMIB reflejados en las facturas de ventas consignadas a un precio de 75.000 Bs/m<sup>3</sup> para la fecha antes mencionada.

El precio de equilibrio de la paridad bolívar/dólar se ha estimado en alrededor de 30.000 Bs/US\$, sin embargo, el precio oficial es 5.400 Bs/US\$ y el mercado negro lo tiene alrededor de 8.500 Bs/US\$ y en crecimiento. Se espera que tome su precio de equilibrio en el transcurso de los próximos meses, lo que conduce a tener un precio de venta de la arena en este momento equivalente a 13,89 US\$/m<sup>3</sup>, el cual es un precio excesivamente alto para un recurso mineral tan abundante como éste. En la medida que el tipo de cambio se vaya ajustando al equilibrio, ese precio, en dólares estadounidenses, tenderá a disminuir.

Para los efectos de este trabajo se espera que el precio de la arena lavada alcance este año 416.700 Bs/m<sup>3</sup>, conservando el mismo precio en dólares; precio que para los años siguientes, en el escenario que se ha planteado, irá disminuyendo, en dólares estadounidenses, como se muestra en la tabla 5.23.

Los ingresos serán calculados con base en una producción anual de 11.509 m<sup>3</sup> mostrados en la tabla 5.23 considerando la variación del precio del mineral como consecuencia de los índices inflacionarios proyectados para Venezuela durante la vida útil del proyecto, la producción anual estimada es la demanda insatisfecha producto de un estudio de mercado realizado en el área de estudio.

Tabla 5.23 Ingresos por concepto de producción

<b>Año</b>	<b>Producción (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Precio del mineral (US\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ingresos (US\$)</b>
2019	11.509	13,89	159.860,01
2020	11.509	10,42	119.923,78
2021	11.509	9,47	108.990,23
2022	11.509	9,06	104.271,54
2023	11.509	8,87	102.084,83
2024	11.509	8,70	100.128,30
2025	11.509	8,56	98.517,04
2026	11.509	8,44	97.135,96
2027	11.509	8,36	96.215,24
2028	11.509	8,30	95.495,82
2029	11.509	8,26	95.022,79
2030	5.116	8,23	42.122,85

### 5.4.3 Depreciación

La depreciación (Tabla 5.24) se calculó aplicando el método de línea recta (Ecuación 3.3) para un periodo de 11 años de vida útil para los equipos y la infraestructura, con un valor de salvamento igual a cero.

Tabla 5.24 Depreciación de equipos. (Vida útil 11 años).

<b>Equipos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio (US\$)</b>	<b>Depreciación (US\$)</b>
Draga o equipo de extracción	Motobomba	1	3.393	308,46
	Balsa de fabricación artesanal	1	1.800	163,64
	Motor	1	12.000	1.090,91
	Acoples 4"	25	375	34,09
	Acoples 6"	1	18	1,64
	Flotadores	8	40	3,64

Continuación de la tabla 5.24

Draga o equipo de extracción	Mangueras de 4" de 6 m	50	10.450	950
	Mangueras de 6" de 5 m	2	430	39,09
Equipo de carga	Cargador frontal Komatsu WA80M - 7	1	25.000	2.272,73
Equipos auxiliares	Motor fuera de borda	1	2.800	254,55
	Camioneta Toyota Hylux	1	15.000	1.363,64
	Lancha	1	2.300	209,09
	Tráiler	1	3.500	318,18
	Tanque para combustible	2	300	27,27
<b>Total (US\$)</b>				<b>7.036,91</b>

#### 5.4.4 Costo de mano de obra

Dado que en el proyecto se laborará un turno de 8 h/día, (7:00 am. a 3 pm.), de lunes a viernes, con feriados no laborables. El costo de la mano de obra del proyecto se estima en un monto de 10.062.000 Bs/año incluyendo los días pagados por concepto de beneficios legales y contractuales. (Tabla 5.25) y (Tabla 5.26)

El salario básico establecido para cada uno de los trabajadores se obtuvo del convenio colectivo de la cámara de la construcción.

Tabla 5.25 Distribución de beneficios y contractuales

Salario - Beneficio	Profesión									
	Supervisor de operaciones	Secretaria	Operador de draga	Ayudante de draga	Operador del cargador	Operador de la lancha	Mecánico diésel	Ayudante de mecánico	Vigilante	Obreros
Salario básico (Bs/día)	2.921,00	2.242,00	2.773,00	2.508,00	3.216,00	2.331,00	2.744,00	2.242,00	2.065,00	2.065,00
Prestaciones sociales (2 días aporte patronal)	5.842,00	4.484,00	5.546,00	5.016,00	6.432,00	4.662,00	5.488,00	4.484,00	4.130,00	4.130,00
SSO (11% aporte patronal)	321,31	246,62	305,03	275,88	353,76	256,41	301,84	246,62	227,15	227,15
INCE (2% aporte patronal)	58,42	44,84	55,46	50,16	64,32	46,62	54,88	44,84	41,30	41,30
Paro forzoso (1,7% aporte patronal)	49,66	38,11	47,14	42,64	54,67	39,63	46,65	38,11	35,11	35,11
Ley de política habitacional (2% aporte patronal)	58,42	44,84	55,46	50,16	64,32	46,62	54,88	44,84	41,30	41,30
Bono vacacional (39 días)	113.919,00	87.438,00	108.147,00	97.812,00	125.424,00	90.909,00	107.016,00	87.438,00	80.535,00	80.535,00
Utilidades (60 días)	350.520,00	269.040,00	332.760,00	300.960,00	385.920,00	279.720,00	329.280,00	269.040,00	247.800,00	247.800,00
Total de beneficios al día	6.329,81	4.858,41	6.009,09	5.434,84	6.969,07	5.051,28	5.946,25	4.858,41	4.474,86	4.474,86
Total de beneficios al mes	126.596,14	97.168,28	96.145,46	86.957,38	27.876,29	101.025,54	118.924,96	97.168,28	89.497,10	89.497,10
Total de beneficios al año	1.519.153,68	1.166.019,36	865.309,10	782.616,38	334.515,46	909.229,86	1.427.099,52	1.166.019,36	1.073.965,20	1.073.965,20

La distribución de los costos por concepto de mano de obra quedara tal como se refleja en la (Tabla 5.26)

Tabla 5.26 Distribución de los costos de mano de obra directa, año 2019

Profesión	Cantidad	Sueldo (Bs/mes)	Sueldo (Bs/año)	Beneficio (Bs/año)	Total (Bs)	Total (US\$)
Sup. Operaciones	1	58.420,00	701.040,00	1.519.153,68	2.220.193,68	411,15
Secretaria	1	44.840,00	538.080,00	1.166.019,36	1.704.099,36	315,57
Operador de Draga	1	55.460,00	499.140,00	1.081.636,38	1.580.776,38	292,74
Ayudante de draga	1	50.160,00	451.440,00	978.270,48	1.429.710,48	264,76
Operador del cargador	1	12.864,00	154.368,00	334.515,46	488.883,46	90,53
Operador de la lancha	1	46.620,00	419.580,00	909.229,86	1.328.809,86	246,08

Continuación de la Tabla 5.26

Mecánico diésel	1	54.880,00	658.560,00	1.427.099,52	2.085.659,52	386,23
Ayudante de mecánica	1	44.840,00	538.080,00	1.166.019,36	1.704.099,36	315,57
Vigilante	2	41.300,00	495.600,00	1.073.965,20	3.139.130,40	581,32
Obreros	2	41.300,00	495.600,00	1.073.965,20	3.139.130,40	581,32
Total de personas	12,00	Total de costo de mano de obra			18.820.492,90	627,35

Tabla 5.27 Distribución de costos de mano de obra directa para el resto de los años

Año	Tipo de cambio proyectado (Bs/US\$)	Costos de mano de obra Total (US\$)
2019	30.000	627,35
2020	40.000	470,51
2021	44.000	427,74
2022	46.000	409,14
2023	47.000	400,44
2024	47.900	392,91
2025	48.700	386,46
2026	49.350	381,37
2027	49.850	377,54
2028	50.220	374,76
2029	50.470	372,90
2030	50.610	371,87

#### 5.4.5 Costo de combustible (bomba y cargador frontal)

La bomba y el cargador frontal usan combustible diésel (gasoil), por lo tanto, no habrá la necesidad de adquirir algún otro tipo de combustible ya que en las

actividades de producción solo se cuenta con estos dos equipos. Los costos por combustible de estos equipos se pueden observar en la tabla 5.28.

Tabla 5.28 Costos de combustible (bomba y cargador frontal), año 2019

Equipos	Consumo l/año	Consumo total l/año	Bs/l	Costo de combustible Bs/año
Bomba	3.024	3.840,00	0,10	384
Cargador frontal	816			

Debido al bajo costo del combustible en el país y a su relativa permanencia en el tiempo, se ha estimado que permanecerá constante durante la vida útil del proyecto es decir el costo del combustible será el mismo para el resto de los años.

#### 5.4.6 Costos de aceite de motor e hidráulico

Al igual que el combustible el motor de la bomba y el cargador frontal también usan el mismo aceite, Ultra Diesel 15W40 a diferencia del aceite hidráulico el cual se empleará para el sistema hidráulico del cargador frontal. La adquisición del aceite tanto de motor como hidráulico será por pailas de 19 litros. (Ver tablas 5.29, 5.30 y 5.31).

Tabla 5.29 Costo de aceite de motor, año 2019

Consumo l/año	Bomba	Cargador frontal
		72
Consumo total l/año	82	
Paila/año	5	
Bs/paila	351.000	

Continuación de la Tabla 5.29

Costo total de aceite de motor (Bs/año)	1.755.000
---	-----------

Tabla 5.30 Costo de aceite hidráulico

<b>Cargador frontal</b>	
Consumo l/año	139
Paila/año	8
Bs/paila	378.000
Costo total de aceite hidráulico (Bs/año)	3.024.000

Tabla 5.31 Costo total de aceite para el resto de años

<b>Año</b>	<b>Tipo de cambio proyectado (Bs/US\$)</b>	<b>Costo de aceite de motor (US\$)</b>	<b>Costo de aceite hidráulico (US\$)</b>	<b>Costo total del aceite (US\$)</b>
2019	30.000	58,50	100,80	159,30
2020	40.000	43,88	75,60	119,48
2021	44.000	39,89	68,73	108,61
2022	46.000	38,15	65,74	103,89
2023	47.000	37,34	64,34	101,68
2024	47.900	36,64	63,13	99,77
2025	48.700	36,04	62,09	98,13
2026	49.350	35,56	61,28	96,84
2027	49.850	35,21	60,66	95,87
2028	50.220	34,95	60,22	95,16
2029	50.470	34,77	59,92	94,69
2030	50.610	34,68	59,75	94,43

### 5.4.7 Costo de grasa (Cargador frontal)

La adquisición de la grasa venoco será por cartuchos de 390 g, el costo al año por consumo de grasa se muestra en la (Tabla 5.32)

Tabla 5.32 Costo de grasa para el cargador frontal

<b>Equipo</b>	<b>Cartuchos/año</b>	<b>Consumo (kg/año)</b>	<b>Bs/cartucho</b>	<b>Costo (Bs/año)</b>
	3	1	55.000	165.000

Tabla 5.33 Costo total de grasa para el resto de años

<b>Año</b>	<b>Tipo de cambio proyectado (Bs/US\$)</b>	<b>Costo de grasa Total (US\$)</b>
2019	30.000	5,50
2020	40.000	4,13
2021	44.000	3,75
2022	46.000	3,59
2023	47.000	3,51
2024	47.900	3,44
2025	48.700	3,39
2026	49.350	3,34
2027	49.850	3,31
2028	50.220	3,29
2029	50.470	3,27
2030	50.610	3,26

### 5.4.8 Costo por consumo de agua y comida

Sera necesario la adquisición de botellones de agua de 20 litros para el consumo del personal; en las tablas 5.34 y 5.35 se observa el consumo del agua anual y los costos anuales para la adquisición de los botellones.

Tabla 5.34 Costo del consumo de agua

Consumo	l/mes	l/año	Cantidad de botellones/año	Bs/botellón	Bs/año
Agua	720	8.640	432	1.000	432.000

Tabla 5.35 Costo del consumo de agua para el resto de años

Año	Tipo de cambio proyectado (Bs/US\$)	Costo de agua Total (U\$)
2019	30.000	14,40
2020	40.000	10,80
2021	44.000	9,82
2022	46.000	9,39
2023	47.000	9,19
2024	47.900	9,02
2025	48.700	8,87
2026	49.350	8,75
2027	49.850	8,67
2028	50.220	8,60
2029	50.470	8,56
2030	50.610	8,54

Tabla 5.36 Costo del consumo de comida

<b>Consumo</b>	<b>comida/mes</b>	<b>comida/año</b>	<b>Bs/comida</b>	<b>Bs/año</b>
Comida	237	2.844	20.000	56.880.000

Tabla 5.37 Costo del consumo de comida para el resto de años

<b>Año</b>	<b>Tipo de cambio proyectado (Bs/US\$)</b>	<b>Costo de comida Total (US\$)</b>
2019	30.000	1.896,00
2020	40.000	1.422,00
2021	44.000	1.292,73
2022	46.000	1.236,52
2023	47.000	1.210,21
2024	47.900	1.187,47
2025	48.700	1.167,97
2026	49.350	1.152,58
2027	49.850	1.141,02
2028	50.220	1.132,62
2029	50.470	1.127,01
2030	50.610	1.123,89

#### **5.4.9 Costos de accesorios y repuestos para los equipos**

Para el costo de repuesto y accesorios se tendrá en cuenta que el cambio de ciertos repuestos como filtros, cauchos, etc. se realizarán cada cierto tiempo lo cual dependerá de la vida útil de dichos repuestos como cauchos y el ciclo o periodo de funcionamiento de cada accesorio para que los equipos funcionen de manera óptima y así evitar retrasos por paradas de las operaciones, los cauchos se cambiarán tanto al cargador frontal como a la camioneta empleada para el transporte cada 2 años.

### 5.4.9.1 Costos de mantenimiento preventivo

Para determinar los costos del mantenimiento preventivo se realizó un presupuesto de los repuestos y accesorios necesarios para llevar a cabo dicho mantenimiento, en el caso del motor fuera de borda y el motor de la draga se realizará cada 100 horas de uso o cada 6 meses para el mantenimiento preventivo de la camioneta marca Toyota se realizará cada 15.000 km es decir una vez al año al igual que al cargador frontal. Los acoples de la tubería de descarga y de succión se sustituirán una vez por año mientras que la tubería se cambiara cada dos años

Tabla 5.38 Costos del mantenimiento preventivo

<b>Año</b>	<b>Tipo de cambio proyectado (Bs/US\$)</b>	<b>Costo de mantenimiento Total (US\$)</b>
2019	30.000	19,27
2020	40.000	17,90
2021	44.000	22,55
2022	46.000	33,57
2023	47.000	56,34
2024	47.900	101,38
2025	48.700	190,39
2026	49.350	366,85
2027	49.850	717,51
2028	50.220	1.415,69
2029	50.470	2.808,64
2030	50.610	5.593,04

### 5.4.9.2 Costos de mantenimiento correctivo

Para determinar los costos de mantenimiento correctivo se adquirirá un stock de repuestos cada dos años para el motor de la draga, fuera de borda y el motor de la camioneta y el tractor, repuestos como propela, piñón de ataque, kit de pistón, kit de empaaduras, rolineras, kit de bielas entre otros repuestos que se tendrán en un almacén con el fin de corregir fallas imprevistas que presenten cualquiera de los equipos empleados en las operaciones de producción.

Tabla 5.39 Costos de mantenimiento correctivo

<b>Año</b>	<b>Tipo de cambio proyectado (Bs/US\$)</b>	<b>Costo de comida Total (US\$)</b>
2019	30.000	29,10
2021	44.000	19,84
2023	47.000	18,57
2025	48.700	17,93
2027	49.850	17,51
2029	50.470	17,30

Tabla 5.40 Costo por cambios de cauchos camioneta/cargador frontal

<b>Año</b>	<b>Tipo de cambio proyectado (Bs/US\$)</b>	<b>Costo de cauchos Total (US\$)</b>
2021	44.000	2.200
2023	47.000	2.059,57
2025	48.700	1.987,68
2027	49.850	1.941,83
2029	50.470	1.917,97

#### 5.4.10 Impuestos y tasas administrativas

Para el cálculo de impuesto se tendrá en cuenta la ley de minas del Edo Bolívar basados en los artículos 62 y 63, y la ley de Impuesto Sobre la Renta basados en los artículos 12 y 53. Ambas leyes y artículos descritos en la sección del marco teórico.

Tabla 5.41 Impuesto de explotación  
(IAMIB)

<b>Año</b>	<b>Tipo de cambio proyectado (Bs/US\$)</b>	<b>Impuesto de explotación (IAMIB) (US\$)</b>
2019	30.000	57,60
2020	40.000	43,20
2021	44.000	39,27
2022	46.000	37,57
2023	47.000	36,77
2024	47.900	36,08
2025	48.700	35,48
2026	49.350	35,02
2027	49.850	34,66
2028	50.220	34,41
2029	50.470	34,24
2030	50.610	15,17

#### 5.4.11 Tasa de descuento

Se ha seleccionado para este proyecto una tasa de descuento de 15 %. Esta selección de tasa se basa en que mundialmente los proyectos se evalúan entre el 5 % y 15 %, pero se debe aclarar, que en el caso Venezuela, dichos porcentaje no están

tomando en cuenta el riesgo país, ni la inflación la cual ha alcanzado valores muy anormales que no permiten que ninguna actividad económica licita sea rentable.

#### 5.4.12 Análisis de los indicadores de rentabilidad VPN y TIR

Tras realizar el flujo de caja (Apéndice E), los valores obtenidos de los indicadores de rentabilidad, se observa que el proyecto es rentable, si se ignora el riesgo de invertir en Venezuela, el cual es el más alto de la historia, después de la guerra federal. En la tabla 5.42 se observan los valores arrojados por los indicadores de rentabilidad.

Tabla 5.42 Indicadores de rentabilidad

<b>Tasa de descuento</b>	15,00 %	10,00 %
<b>Valor presente neto (VPN) (US\$)</b>	<b>181.964,86</b>	<b>241.588,08</b>
<b>Tasa interna de retorno (TIR)</b>	<b>71,79 %</b>	

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusión

1. Los resultados obtenidos en la elaboración de este proyecto permiten concluir que el proyecto es rentable, sino se considera el riesgo país, ahora bien, el riesgo país existe y es el más alto de la historia, desde que se hacen ese tipo de mediciones. La lógica y normal incorporación del riesgo país en los cálculos financieros de cualquier proyecto de cualquier cosa que se vaya a realizar en Venezuela, impide que se pueda obtener factibilidad económica. Sólo quienes ignoran el riesgo y sus posibles implicaciones en las finanzas son los que se “animan” a realizar inversiones.
2. Sin embargo, el mercado de la zona de influencia estudiada muestra crecimiento urbano y comercial interesante, esto, producto de las actividades de minería aurífera artesanal y de pequeña escala que se realizan en la zona lo cual está trayendo como consecuencia un incremento en la demanda de los materiales de construcción aumentando así la demanda de la arena lavada, lo cual favorece la inversión que se propone realizar en este proyecto ya que el mismo se ha diseñado con holgura y tiene capacidad para cubrir demandas mayores en la zona de influencia del mismo.

## **Recomendaciones**

- 1) Realizar, por lo menos, anualmente estudios de mercado para poder determinar el comportamiento de las variables de mercado de arena lavada a fin de contar con insumos para la toma de decisiones.
- 2) La vida útil de este proyecto se estimó con base en lo medido a través de los sondeos realizados, pero el río siempre repondrá la cantidad de arena lavada que se extraiga del mismo, aunque no se han realizado estudios para medir la reposición del Caura, se puede decir empíricamente que las reservas son eternas mientras el río no se deteriore por malos manejos antrópicos, sin embargo, se recomienda realizar un estudio geohidráulico en distintos años no consecutivos, en este sector de explotación, con el fin de determinar la reposición del río.
- 3) Se debe, en todo momento, estudiar y analizar el negocio aquí propuesto, desde sus diferentes aspectos en pro de hacer cada vez más eficiente esta operación de cara a ser competitivos para poder resistir eventuales competencias, si el mercado crece lo suficiente como para que haya competencia alguna vez.

## REFERENCIAS

Acevedo H., Guerra R. (2005). Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de caliza en la región metropolitana. Trabajo de grado no publicado. Universidad de Chile, Escuela de Economía y Negocios, Santiago, pp. 34-37

Agelviz, C., Blanco, A. (2016). Evaluación de la factibilidad técnica – económica y ambiental para la extracción de arena lavada como agregado de la construcción en una sección del río Orocopiche, fundo La Mina, vía Ciudad Piar troncal – 16, municipio Heres del Edo. Bolívar. Trabajo de grado no publicado. Universidad de Oriente, Bolívar Venezuela, pp 25 – 28, 30 – 31

Arcas, A. (2016). Factibilidad técnico-económica para el aprovechamiento de arena lavada como material de construcción en una sección del río Orinoco ubicado en el sector de la zona industrial cañaveral en Puerto Ordaz – municipio Caroní – estado Bolívar. Trabajo de grado no publicado. Universidad de Oriente, Bolívar, Venezuela, pp. 25-28, 34-37

Arias, F. (2012). El proyecto de investigación introducción a la investigación científica. Editorial Episteme, Caracas, Venezuela. (6ª ed.), pp 27-27, 72-72.

Arids, G. (2015). Tabla de densidades de los materiales áridos [Documento en línea]. Disponible: <http://www.aridsgarcia.com/es/la-oficina-virtual/tabla-de-densidad-de-los-materiales> [Consulta: 2019, 11 de Junio].

Baca, G. (2007). Fundamentos de ingeniería económica. McGraw-Hill, México. (4a ed.), pp 243-243, 193-194, 89-89, 86-87, 92-92.

Baca, G. (2010). Evaluación de proyectos. McGraw-Hill, México D.F. (6ª ed.), pp12-14.

Balcucho, D., Salazar, F. (2016). Evaluación de la factibilidad técnico – económico ambiental de arena lavada como agregado para la construcción ubicado en el fundo Santa Rita, sector Los Tanques, municipio bolivariano Angostura del estado Bolívar. Trabajo de grado no publicado. Universidad de Oriente, Bolívar, Venezuela, pp 28-30.

Bernal, I. (2015). Caracterización de pulpas [Documento en línea]. Disponible: [http://www.sonami.cl/images/stories/pdf/Caracterizacion\\_de\\_Pulpas](http://www.sonami.cl/images/stories/pdf/Caracterizacion_de_Pulpas) [Consulta: 2019, 11 de Junio]

Chacón, E. (1997). Técnicas de operación de minería de superficie. Volumen I y II, trabajo de ascenso. Escuela de Ciencias de la Tierra. Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar, Venezuela, pp 21-36

Cruz, C. (2005). Informe geológico, hoja Mayagua (nº7439). Instituto Nacional de Geología y Minería, Ciudad Bolívar-Venezuela. pp 6-12.

CVG Técnica Minera. (1991). Informe de avance NB-20-2 clima, geología, geomorfología, suelos, vegetación. Gerencia de Proyectos Especiales Proyecto Inventario de los Recursos Naturales. Tomo I. Ciudad Bolívar; pp 38-74,79-141 y 253-491.

Direct Industry. (2019). Guía de compras [Documento en línea]. Disponible: <http://guide.directindustry.com/es/que-bomba-elegir/> [Consulta: 2019, 11 de Junio]

Giles, R., Evett, J., Liu, C. (1994). Mecánica de los fluidos e hidráulica. McGraw-Hill, España. (3era ed.), pp 161-167, 363-366.

Herrera, J. (2006). Métodos de minería a cielo abierto. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela técnica superior de Ingenieros de Minas. pp 3-4, 17-20.

Jiménez, S. (2017). Pérdidas de carga localizadas o en accesorios [Documento en línea]. Disponible: <https://www.hidraulicafacil.com/2017/07/perdida-de-carga-localizada-o-en.html?m=1> [Consulta: 2019, 12 de Junio]

Ley de Minas del Edo Bolívar. (2016). Reforma parcial de la ley de minas del Edo Bolívar. Sumario. Consejo legislativo del Edo Bolívar. pp 38 – 41

López J., Rodríguez, R., Rascón, A., Gutiérrez, L., Montes, J., Ortega, F., Panizo, R. (1991). Manual de evaluación técnico-económica de proyectos mineros de inversión. Instituto Tecnológico GeoMinero de España, pp 11-11, 85-86, 104-104.

Malecor. (2018). Gama de productos [Documento en línea]. Disponible: <http://molecor.com/es/canalizaciones/gama-producto> [Consulta: 2019, 25 de Junio]

Materialesconstruccion. (2010). Materiales construccion.definición, características y tipos [Documento en línea]. Disponible: <https://materialesconstruccion.wordpress.com/2010/11/27/materiales-construccion-definicion-caracteristicas-y-tipos/> [Consulta: 2019, 3 de Marzo]

Mendoza, V. (2000). Geología de Venezuela, escudo de Guayana, andes venezolanos y sistema montañoso del caribe. Tomo I. Ciudad Bolívar – Venezuela. pp 30-60.

Mundo Motor. (2016). Motor fuera de borda: tipos, beneficios, tamaños, cuidados y más [Documento en línea]. Disponible: <https://www.mundodelmotor.net/motor-fuera-de-borda/> [Consulta: 2019, 14 de Junio]

Reyes, A. (2000). Estudio de factibilidad de mercado, técnica y económico-financiera para la instalación de una planta arenera en el municipio Caucagua, distrito Acevedo estado Miranda para el segundo semestre del año 2000. Trabajo de grado no publicado. Universidad Metropolitana, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Caracas, Venezuela, pp29-30, 37-38, 42-44, 50-51.

SENIAT. (2007). Ley de Impuesto Sobre la Renta. Gaceta oficial N° 38.628. La Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. pp 6-6, 21-21

Sullivan W., Wicks E., Luxhoj J. (2004). Ingeniería económica de Degarmo. Pearson educación, México. (12ª ed.), pp 254-254.

Tamayo, M. (2003). El proceso de la investigación científica. Limusa Noriega Editores, México. (4ª ed.), pp 57-57

Tarilonte, J. (2016). Manual de movimiento de tierras [Documento en línea]. Disponible: <https://elmundodelaingcivil.blogspot.com/2016/06/manual-de-movimiento-de-tierras-juan.html> [Consulta: 2019, 21 de Junio]

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). (2016), Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales. FEDEUPEL, Caracas, Venezuela, pp 21-21

Uribe, P. (2011). Explotación y venta de áridos en la comuna de Puerto Montt. Trabajo de grado no publicado. Universidad Austral de Chile, Escuela de Ingeniería en Construcción, Valdivia, Chile, pp.

Williams, Llewelin. (1942). Exploraciones botánicas en la Guayana venezolana. el medio y bajo Caura. Tipografía La Nación, Caracas, Venezuela. pp 26-29

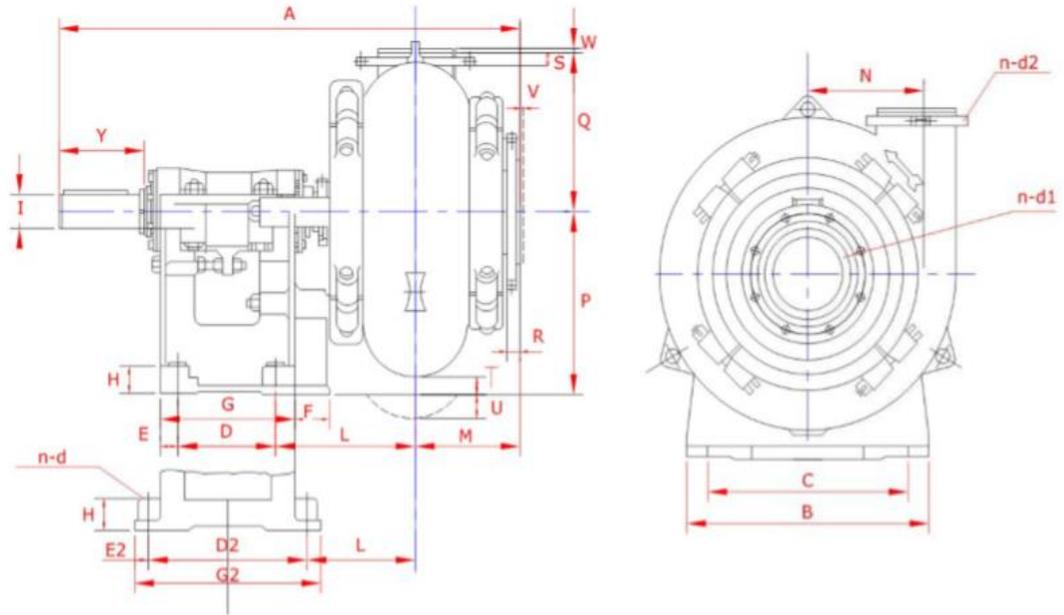
## **APÉNDICES**

## **APÉNDICE A**

**Tabla para la selección de la bomba suministrada por el proveedor y  
dimensiones de la bomba**

Pump Model	Allowable Max. Power (KW)	Clear Water Performance						
		Capacity Q		Head H(m)	Speed n(r/min)	Max. Eff. $\eta$ %	NPSH (m)	Impeller Dia.
		m <sup>3</sup> /h	l/s					
100D-SG	60	36-250	10-70	5-52	600-1400	58	2.5-3.5	378
150E-SG	120	126-576	35-160	6-45	800-1400	60	3-4.5	378
200F-SG	560	216-936	60-260	8-52	500-1000	65	3-7.5	533
200S-SGH	560	180-1440	50-400	24-80	500-950	72	2.5-5	711
250G-SG	600	360-1440	100-400	10-60	400-850	65	1.5-4.5	667
250T-SGH	1200	288-2808	80-780	16-80	350-700	73	2-10	950
300TU-SG	1200	576-3024	160-840	8-70	300-700	68	2-8	864
300G-SG	600	720-3600	200-1000	18-44	300-500	70	3-9	1016
350TU-SGH	1200	324-3600	90-1000	26-70	300-500	72	3-6	1270
350TU-SG	1200	720-4320	200-1200	12-48	250-500	72	3-6	1067

Apéndice A.1 Tabla para la selección de la bomba.



Model	A	B	C	D	E	F	G	D2	E2	G2	H	Y	I	n-d	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	Joint		Suction Flange		Discharge Flange			Weight (kg)	
																								W	V	D0	D2	n-d1	d0	d2		n-d1
100D-SG	1006	492	432	213	38	75	289	/	/	/	54	164	86	4-φ22	330	203	260	330	343	33	32	16	/	8	5	305	260	8-φ19	254	210	4-φ19	460
150E-SG	1286	622	548	257	54	83	365	/	/	/	75	222	80	4-φ29	392	295	352	457	405	29	29	54	/	6	8	368	324	8-φ19	305	260	8-φ19	1120
200F-SG	1591	857	762	349	45	45	540	/	/	/	98	281	100	4-φ35	487	330	416	610	533	48	41	60	/	8	6	457	406	8-φ22	368	324	8-φ19	2250
200S-SG	1720	920	760	/	/	/	640	70	780	90	280	120	4-φ35	387	330	416	450	533	48	41	/	102	8	6	457	406	8-φ22	368	324	8-φ19	2285	
250G-SG	2010	1207	851	/	/	/	749	64	876	152	356	140	4-φ41	437	368	522	651	665	48	49	238	/	10	8	527	470	12-φ22	457	406	8-φ22	4450	
300G-SG	2096	1207	851	/	/	/	749	64	876	152	356	140	4-φ41	502	424	610	851	787	48	48	121	/	8	10	552	495	8-φ22	527	470	12-φ22	5400	
200G-SGH	1774	920	760	/	/	/	640	70	780	90	280	120	4-φ35	455	330	475	450	620	48	42	/	206	8	6	457	406	8-φ22	368	324	8-φ19	3188	
250G-SGH	2062	1219	851	/	/	/	749	64	876	152	356	140	4-φ41	496	400	605	851	800	60	60	40	/	10	8	533	478	8-φ29	483	432	8-φ25	4838	
350TU-SGH	2367	1460	1200	/	/	/	860	95	1050	150	350	150	4-φ78	649	448	765	900	1008	72	82	/	120	8	10	650	600	12-φ28	600	540	12-φ28	12247	

Apéndice A.2 Dimensiones de la bomba

## **APÉNDICE B**

**Tabla con los coeficientes de pérdida de los accesorios**

Pieza, conexión o dispositivo	$K_f$
Rejilla de entrada	0.80
Válvula de pie	3.00
Entrada cuadrada	0.50
Entrada abocinada	0.10
Entrada de borda o reentrada	1.00
Ampliación gradual	0.30
Ampliación brusca	0.20
Reducción gradual	0.25
Reducción brusca	0.35
Codo corto de 90°	0.90
Codo corto de 45°	0.40
Codo largo de 90°	0.40
Codo largo de 45°	0.20
Codo largo de 22° 30'	0.10
Tee con flujo en línea recta	0.10
Tee con flujo en ángulo	1.50
Tee con salida bilateral	1.80
Válvula de compuerta abierta	5.00
Válvula de ángulo abierta	5.00
Válvula de globo abierta	10.0
Válvula alfallera	2.00
Válvula de retención	2.50
Boquillas	2.75
Controlador de gasto	2.50
Medidor Venturi	2.50
Confluencia	0.40
Bifurcación	0.10
Pequeña derivación	0.03
Válvula de mariposa abierta	0.24

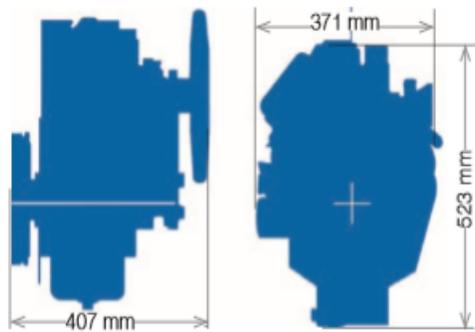
Apéndice B Tabla con coeficiente de pérdida de los accesorios

## **APÉNDICE C**

**Dimensiones y especificaciones del motor a emplearse para la bomba  
centrifuga**

## 400 Series 402D-05 Industrial

10.2 kW / 13.7 hp @ 3600 rpm



Engine package weights and dimensions		
Length	407 mm	16.0 in
Width	371 mm	14.6 in
Height	523 mm	20.6 in
Weight (dry)	57 kg	126 lb

Apéndice C.1 Dimensiones del motor

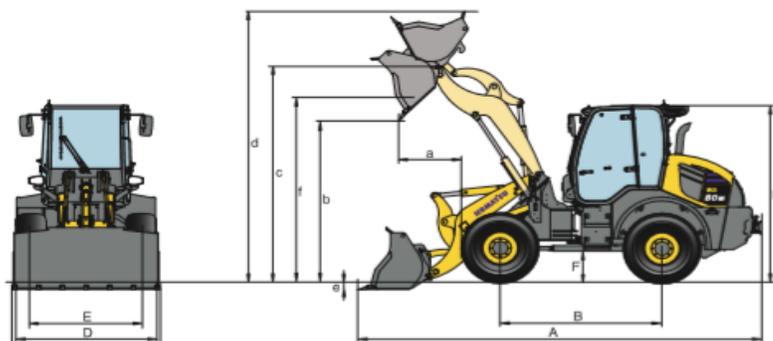
Specification		
Number of cylinders	2 in-line	
Bore and stroke	67 x 72 mm	2.6 x 2.8 in
Displacement	0.51 litres	31 in <sup>3</sup>
Aspiration	Naturally aspirated	
Cycle	4 stroke	
Combustion system	Indirect injection	
Compression ratio	23.5:1	
Rotation	Counter-clockwise, viewed on flywheel	
Total lubricating capacity	2.01 litres	0.5 US gal
Cooling system	Liquid	
Total coolant capacity	1.1 litres	0.3 US gal

Apéndice C.2 Especificaciones del motor

## **APÉNDICE D**

**Dimensiones del cargador frontal Komatsu WA80M-7**

## Dimensiones &amp; prestaciones



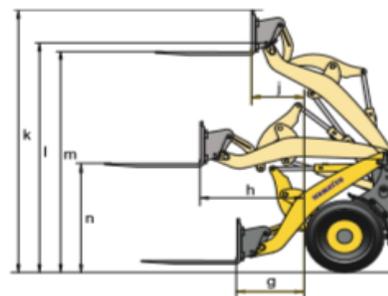
## PRESTACIONES – TRABAJO CON CUCHARA

		Universal		Materiales ligeros	4 en 1
		con dientes	sin dientes	sin dientes	con dientes
Capacidad cuchara (colmada ISO 7546)	m <sup>3</sup>	1,0	1,0	1,25	0,8
Código de venta		C61	C11	C14	C16
Densidad de material	t/m <sup>3</sup>	1,8	1,8	1,25	1,8
Peso de cuchara	kg	422	400	340	615
Carga estática de vuelco, recto	kg	4.595	4.625	4.580	4.300
Carga estática de vuelco, 40° giro completo	kg	3.900	3.930	3.890	3.610
Potencia hidráulica de arranque	kN	57,0	57,0	42,0	48,7
Potencia elevación hidráulica en el suelo	kN	51,0	51,0	54,0	54,2
Peso operativo	kg	5.690	5.670	5.705	5.990
Radio giro sobre borde ext. neumáticos	mm	3.875	3.985	3.985	3.985
Radio giro sobre esquina de la cuchara	mm	4.490	4.490	4.420	4.360
a Alcance a 45°	mm	995	903	1.040	1.020
b Altura de descarga a 45°	mm	2.425	2.519	2.330	2.400
c Altura del punto de giro de la cuchara	mm	3.200	3.200	3.200	3.200
d Altura del canto superior de la cuchara	mm	4.094	4.094	4.168	4.012
e Profundidad de excavación	mm	90	90	135	100
f Altura máxima de carga a 45°	mm	2.910	2.910	2.895	2.900
A Longitud total, cuchara en el suelo	mm	5.640	5.505	5.730	5.720
B Distancia entre ejes	mm	2.260	2.260	2.260	2.260
C Anchura de cuchara	mm	1.915	1.915	1.870	1.900
D Ancho sobre neumáticos	mm	1.880	1.880	1.880	1.880
E Ancho de vía	mm	1.470	1.470	1.470	1.470
F Altura libre mínima	mm	340	340	340	340
H Altura total	mm	2.720	2.720	2.720	2.720

Todas las medidas con neumáticos 405/70 R18

## PRESTACIONES CON LAS PÚAS

		C24	C23
Código de venta		FEM IIA	FEM IIB
Tipo de las púas			
<b>Longitud de las púas</b>	<b>mm</b>	<b>1.200</b>	<b>1.200</b>
g Alcance máximo a nivel del suelo	mm	927	1.013
h Alcance máximo	mm	1.375	1.375
j Máximo alcance a altura de apilamiento máx.	mm	663	663
k Altura máxima al porta-implementos	mm	3.654	3.654
l Altura del punto de giro de la cuchara	mm	3.200	3.200
m Altura máxima de apilamiento	mm	3.074	2.952
n Altura de las púas para alcance máximo	mm	1.512	1.390
Carga estática máxima de vuelco recta	kg	3.520	3.515
Carga estática máxima de vuelco articulada	kg	3.000	2.995
Carga útil máxima según EN 474-3, 80%	kg	2.210	2.400
Carga útil máxima según EN 474-3, 60%	kg	1.800	1.790
Peso operativo con horquillas	kg	5.485	5.490



## Apéndice D Dimensiones del cargador frontal Komatsu

## **APÉNDICE E**

**Estados de resultados y de flujos de efectivo del proyecto**

## ESTADO DE RESULTADOS

	AÑOS											
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Producción (m <sup>3</sup> /año)	11.509,00	11.509,00	11.509,00	11.509,00	11.509,00	11.509,00	11.509,00	11.509,00	11.509,00	11.509,00	11.509,00	11.509,00
Precio (US\$/m <sup>3</sup> )	13,89	10,42	9,47	9,06	8,87	8,70	8,56	8,44	8,36	8,30	8,26	8,23
<b>Ingresos (US\$)</b>	<b>159.860,01</b>	<b>119.923,78</b>	<b>108.990,23</b>	<b>104.271,54</b>	<b>102.084,83</b>	<b>100.128,30</b>	<b>98.517,04</b>	<b>97.135,96</b>	<b>96.215,24</b>	<b>95.495,82</b>	<b>95.022,79</b>	<b>94.759,93</b>
<b>Costos fijos</b>												
Mano de obra indirecta (US\$)	161,44	121,08	110,07	105,29	103,05	101,11	99,45	98,14	97,16	96,44	95,96	95,70
Depreciación (US\$)	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36
Mantenimiento preventivo (US\$)	19,27	17,90	22,55	33,57	56,34	101,38	190,39	366,85	717,51	1.415,69	2.808,64	5.593,04
Cartificado de explotación (60 UT) (US\$)	0,30	0,23	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
<b>Costos fijos totales (US\$)</b>	<b>6.963,37</b>	<b>6.921,57</b>	<b>6.915,19</b>	<b>6.921,41</b>	<b>6.941,94</b>	<b>6.985,04</b>	<b>7.072,39</b>	<b>7.247,54</b>	<b>7.597,21</b>	<b>8.294,67</b>	<b>9.687,14</b>	<b>5.688,92</b>
<b>Costos variables</b>												
Mano de obra directa (US\$)	465,91	349,43	317,67	303,85	297,39	291,80	287,01	283,23	280,39	278,32	276,94	276,18
Costos de operación (US\$)	2.104,30	1.556,40	3.634,75	1.353,39	3.402,74	1.299,71	3.283,96	1.261,52	3.208,21	1.239,67	3.168,79	1.230,11
Impuesto de explotación (IAMIB) (US\$)	57,60	43,20	39,27	37,57	36,77	36,08	35,48	35,02	34,66	34,41	34,24	15,17
Talonnario de circulación (US\$)	92,96	69,72	63,38	60,63	59,34	58,22	57,27	56,51	55,94	55,53	55,26	55,10
<b>Costos variables totales (US\$)</b>	<b>2.720,77</b>	<b>2.018,75</b>	<b>4.055,07</b>	<b>1.755,44</b>	<b>3.796,24</b>	<b>1.685,81</b>	<b>3.663,72</b>	<b>1.636,28</b>	<b>3.579,20</b>	<b>1.607,93</b>	<b>3.535,23</b>	<b>1.576,56</b>
<b>Ganancia bruta (US\$)</b>	<b>150.175,87</b>	<b>110.983,46</b>	<b>98.019,97</b>	<b>95.594,69</b>	<b>91.346,65</b>	<b>91.457,45</b>	<b>87.780,93</b>	<b>88.252,15</b>	<b>85.038,83</b>	<b>85.593,22</b>	<b>81.800,42</b>	<b>87.494,45</b>
ISLR (60%) (US\$)	90.105,52	66.590,07	58.811,98	57.356,81	54.807,99	54.874,47	52.668,56	52.951,29	51.023,30	51.355,93	49.080,25	52.496,67
<b>Ganancia neta (US\$)</b>	<b>60.070,35</b>	<b>44.393,38</b>	<b>39.207,99</b>	<b>38.237,87</b>	<b>36.538,66</b>	<b>36.582,98</b>	<b>35.112,37</b>	<b>35.300,86</b>	<b>34.015,53</b>	<b>34.237,29</b>	<b>32.720,17</b>	<b>34.997,78</b>

## ESTADO DE FLUJOS DE EFECTIVO

	AÑOS												
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Ganancia neta (US\$)	60.070,35	44.393,38	39.207,99	38.237,87	36.538,66	36.582,98	35.112,37	35.300,86	34.015,53	34.237,29	32.720,17	34.997,78	
Depreciación (US\$)	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	6.782,36	-	
<b>Inversión (US\$)</b>	<b>77.406,00</b>												
<b>Flujo neto de caja (US\$)</b>	<b>-77.406,00</b>	<b>66.852,71</b>	<b>51.175,75</b>	<b>45.990,35</b>	<b>45.020,24</b>	<b>43.321,02</b>	<b>43.365,34</b>	<b>41.894,74</b>	<b>42.083,22</b>	<b>40.797,89</b>	<b>41.019,65</b>	<b>39.502,53</b>	<b>34.997,78</b>
Tasa mínima atractiva de retorno	15,00%	10,00%											
Valor presente neto (VPN) (US\$)	181.964,86	241.588,08											
Tasa interna de retorno (TIR)	71,61%												

## Apéndice E Estados de resultados y de flujos de efectivo del proyecto

