

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería Industrial
Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE BENTONITA PARA PERFORACIONES INDUSTRIALES

Trabajo de Investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Jose Francisco Hernández Santa Cruz

Código 20090521

Paolo Esteffan Rosadio Seselja

Código 20091866

Asesor

Juan Carlos Yacono Llanos

Lima - Perú

Diciembre de 2016





**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA
PROCESADORA DE BENTONITA PARA
PERFORACIONES INDUSTRIALES**

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Problemática	1
1.2 Objetivos de la Investigación y Justificación del Tema	1
1.1.1 Objetivo general	1
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance y Limitaciones de la Investigación	2
1.4 Justificación del Tema	3
1.5 Hipótesis de Trabajo	4
1.6 Marco Referencial de la Investigación	5
1.7 Marco Conceptual	5
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	7
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado	7
2.1.1 Definición comercial del producto	7
2.1.2 Principales características del producto	9
2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio	15
2.1.4 Análisis del Sector	16
2.1.5 Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado	19
2.2 Análisis de la Demanda	22
2.2.1 Demanda histórica	22
2.2.2 Demanda Potencial	27
2.2.3 Demanda mediante fuentes primarias	31
2.2.4 Proyección de la Demanda	32
2.2.5 Consideraciones sobre la vida útil del proyecto	35

2.3	Análisis de la Oferta	36
2.3.1	Empresas productoras, importadoras y comercializadoras	36
2.3.2	Competidores actuales y potenciales	38
2.4	Demanda Para el Proyecto	39
2.4.1	Segmentación del Mercado	39
2.4.2	Selección del Mercado Meta	39
2.4.3	Demanda específica para el Proyecto	41
2.5	Definición de la Estrategia de Comercialización	42
2.5.1	Políticas de Comercialización y Distribución	42
2.5.2	Publicidad y Promoción	43
2.5.3	Análisis de Precios	44
2.6	Análisis de la Disponibilidad de los insumos principales	45
2.6.1	Características Principales de la Materia Prima	45
2.6.2	Disponibilidad de la materia prima	46
2.6.3	Costos de la materia prima	47
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA		49
3.1	Análisis de Los Factores de Localización	49
3.2	Posibles Ubicaciones de Acuerdo a Factores Predominantes	49
3.3	Evaluación y Selección de Localización	54
3.3.1	Evaluación y Selección de la Macrolocalización	54
3.3.2	Evaluación y Selección de la Microlocalización	55
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA		60
4.1	Relación Tamaño – Mercado	60
4.2	Relación Tamaño - Recursos Productivos	60
4.3	Relación Tamaño-Tecnología	61
4.4	Relación Tamaño – Inversión	61
4.5	Relación Tamaño – Punto de Equilibrio	61
4.6	Selección del Tamaño de Planta	62
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO		63
5.1	Definición técnica del producto	63
5.1.1	Especificaciones técnicas del producto	63
5.1.2	Composición del producto	64
5.1.3	Diseño gráfico del producto	64

5.1.4 Regulaciones técnicas al producto _____	65
5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción _____	66
5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida _____	66
5.2.2 Proceso de producción _____	68
5.3 Características de las instalaciones y equipo _____	72
5.3.1 Selección de la maquinaria y equipo _____	72
5.3.2 Especificaciones de la maquinaria _____	72
5.4 Capacidad Instalada _____	79
5.4.1 Cálculo de la capacidad instalada _____	79
5.4.2 Cálculo detallado del número de máquinas requeridas _____	79
5.5 Resguardo de la Calidad _____	80
5.5.1 Calidad de la Materia Prima, de los Insumos, del Proceso y del Producto _____	80
5.5.2 Estrategias de mejora _____	82
5.6 Estudio de Impacto Ambiental _____	84
5.7 Seguridad y Salud Ocupacional _____	86
5.8 Sistema de Mantenimiento _____	87
5.9 Programa de Producción _____	88
5.9.1 Factores para la programación de la producción _____	88
5.9.2 Programa de Producción _____	89
5.10 Requerimientos de Insumos, Personal y Servicios _____	90
5.10.1 Materia Prima, Insumos y Otros Materiales _____	90
5.10.2 Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc. _____	95
5.10.3 Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos _____	98
5.10.4 Servicios de terceros _____	99
5.11 Disposición de Planta _____	100
5.11.1 Características físicas del proyecto _____	100
5.11.2 Determinación de las zonas físicas requeridas _____	104
5.11.3 Cálculo de áreas para cada zona _____	105
5.11.4 Dispositivos de seguridad industrial y señalización _____	105
5.11.5 Disposición general _____	106
5.11.6 Disposición a detalle _____	110
5.12 Cronograma de Implementación del Proyecto _____	117

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA	118
6.1. Organización Empresarial	118
6.2. Requerimientos de Personal	118
6.3. Estructura Organizacional	120
CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS	121
7.1 Inversiones	121
7.1.1 Estimación de las Inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)	121
7.1.2 Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo)	122
7.2 Costos de Producción	123
7.2.1 Costos de las Materias Primas	123
7.2.2 Costo de la Mano de Obra Directa	123
7.2.3 Costo Indirecto de fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta)	124
7.3 Presupuestos Operativos	125
7.3.1 Presupuesto de Ingreso por Ventas	125
7.3.2 Presupuesto Operativos de Costos	126
7.3.3 Presupuesto Operativo de Gastos	127
7.4 Presupuestos Financieros	128
7.4.1 Presupuesto de Servicio de Deuda	128
7.4.2 Presupuesto de Estado de Resultados	128
7.4.3 Presupuesto de Estado de Situación Financiera	129
7.4.4 Flujo de caja de corto plazo	129
7.5 Flujo de Fondos Netos	130
7.5.1 Flujo de Fondos Económicos	130
7.5.2 Flujo de Fondos Financieros	131
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO	133
8.1 Evaluación Económica: VAN, TIR, B/C, PR	133
8.2 Evaluación Financiera: VAN, TIR, B/C, PR	133
8.3 Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto.	133
8.4 Análisis de Sensibilidad del Proyecto	134

CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO	137
9.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto	137
9.2 Análisis de Indicadores Sociales	138
CONCLUSIONES	142
RECOMENDACIONES	144
REFERENCIAS	146
BIBLIOGRAFÍA	148
ANEXOS	150



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Referencias Bibliográficas _____	5
Tabla 2.1: Especificaciones bentonita para lodos de perforación según distintos estándares de calidad _____	8
Tabla 2.2: Norma Técnica Internacional de la Bentonita para Lodos de Perforación ____	13
Tabla 2.3: Cuadro de composición de gel bentonítico para lodos de perforación base agua con una densidad de 1300kg/m ³ (1 bbl = 1 barril, 1 ppb = libras por barril) _____	15
Tabla 2.4: Balanza Comercial (en TM) de Bentonita _____	23
Tabla 2.5: Producción Nacional de Bentonita _____	25
Tabla 2.6: Demanda Interna Aparente de la Bentonita en el Perú (T.M.) _____	26
Tabla 2.7 Demanda Objetivo _____	32
Tabla 2.8: Proyección de la Demanda de Bentonita _____	35
Tabla 2.9: Determinación de la demanda objetivo proyectada al 2021 _____	41
Tabla 2.10: Proyección de demanda de proyecto _____	42
Tabla 2.11: Margen de la Composición Química de las Bentonitas Comerciales _____	46
Tabla 2.12: Composición Mineralógica de la Bentonita en Bruto _____	46
Tabla 2.13: Reservas de bentonita de la región Amotape, en la región Grau _____	47
Tabla 3.1 Factores de Macro Localización _____	49
Tabla 3.2 Yacimientos de Bentonita Sódica en el Perú _____	50
Tabla 3.3 Población Económicamente Activa Desempleada según Departamento _____	52
Tabla 3.4 Alumbrado Eléctrico _____	52
Tabla 4.1: Demanda de Proyecto _____	60
Tabla 4.2 Elección del Tamaño de Planta _____	62
Tabla 5.1 Características físicas _____	63
Tabla 5.2 Análisis químico API _____	64
Tabla 5.3 Trituradora de Mandíbula _____	72
Tabla 5.4 Trituradora Cónica _____	73
Tabla 5.5 Extrusora de tornillo tipo Auger _____	73
Tabla 5.6 Molino de Bolas _____	74
Tabla 5.7 Tamiz vibratorio _____	74
Tabla 5.8 Separador de Flotación (Sedimentador) _____	75

Tabla 5.9 Hidrociclón centrífugo _____	75
Tabla 5.10 Horno Rotatorio _____	76
Tabla 5.11 Faja Transportadora _____	76
Tabla 5.12 Ensacadora _____	77
Tabla 5.13 Bomba de lodos _____	77
Tabla 5.14 Traspaleta Manual _____	78
Tabla 5.15 Alimentador Vibratorio _____	78
Tabla 5.16 Matriz de cálculo de Capacidad de Planta _____	79
Tabla 5.17 Matriz de Cálculo de Número de Máquinas _____	80
Tabla 5.18 Análisis de Impacto Ambiental _____	84
Tabla 5.19 Cuadro de Valoración _____	84
Tabla 5.20 Cuadro de Rangos _____	85
Tabla 5.21 Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos _____	87
Tabla 5.22 Programación tentativa de mantenimientos preventivos _____	88
Tabla 5.23 Programa Maestro de Producción _____	89
Tabla 5.24 Programa de Producción en Kilogramos de Bentonita Procesada _____	90
Tabla 5.25 Programa de Producción en Sacos de Bentonita Procesada _____	90
Tabla 5.26 Programa de Requerimiento de Bentonita en Bruto (kg) _____	91
Tabla 5.27 Programa de Requerimiento de Agua (litros) _____	92
Tabla 5.28 Programa de Requerimiento de Hexametáfosfato de Sodio (kg) _____	92
Tabla 5.29 Programa de Requerimiento de PHPA (kg) _____	93
Tabla 5.30 Programa de Requerimiento de SPA (kg) _____	93
Tabla 5.31 Programa de Requerimiento de Bolsas de polipropileno de 50 kg (unidades) _____	94
Tabla 5.32 Resumen de Requerimientos _____	94
Tabla 5.33 Consumo de energía eléctrica en planta mensual y anual _____	95
Tabla 5.34 Consumo de energía eléctrica en área administrativa mensual _____	96
Tabla 5.35 Consumo total de energía eléctrica mensual _____	97
Tabla 5.36 Consumo de agua no operativo mensual _____	97
Tabla 5.37 Consumo de agua total mensual _____	97
Tabla 5.38 Cálculo de Número de Operarios _____	98
Tabla 5.39 Cálculo de Número de Trabajadores Indirectos _____	99
Tabla 5.40 Tabla de los códigos de proximidades _____	108
Tabla 5.41 Cuadro de calificación por razones o motivos de proximidad _____	108

Tabla 5.42 Análisis relacional _____	109
Tabla 5.43 Diagrama de Guerchet _____	111
Tabla 5.44 Disposición de áreas según puesto _____	112
Tabla 5.45 Cantidad de retretes según número de personas _____	113
Tabla 5.46 Resumen con todas las medidas de las áreas operativas de la empresa. ____	115
Tabla 6.1 Cuadro de Requerimiento de Personal _____	119
Tabla 7.1 Cuadro de Inversión en Maquinaria _____	121
Tabla 7.2 Inversión Total _____	122
Tabla 7.3 Inversión en Muebles de Oficina _____	122
Tabla 7.4 Costos de Materia Prima _____	123
Tabla 7.5 Costo de Mano de Obra Directa _____	123
Tabla 7.6 Resumen de Costos de Servicios de Energía Eléctrica y Agua _____	124
Tabla 7.7 Costo de Mano de Obra Indirecta _____	125
Tabla 7.8 Presupuesto de Ingreso por Ventas _____	125
Tabla 7.9 Presupuesto de Depreciación Fabril _____	126
Tabla 7.10 Presupuesto de Depreciación No Fabril _____	126
Tabla 7.11 Presupuesto de Amortización de Intangibles _____	127
Tabla 7.12 Presupuesto de Producción (Incluye Depreciación, Costo de Materia Prima, Costo de Mano de Obra y Costos Indirectos de Fabricación) _____	127
Tabla 7.13 Presupuestos Operativos Administrativos _____	127
Tabla 7.14 Servicio de Deuda _____	128
Tabla 7.15 Estado de Situación Financiera _____	129
Tabla 7.16 Flujo de caja de corto plazo _____	129
Tabla 7.17 Flujo de Fondo Económico _____	130
Tabla 7.18 Inversión _____	131
Tabla 7.19 Flujo de Fondo Financiero _____	131
Tabla 8.1 Evaluación Económica _____	133
Tabla 8.2 Evaluación Financiera _____	133
Tabla 8.3 Indicadores Económicos y Financieros _____	133
Tabla 8.4 Condiciones Escenarios Optimista y Pesimista _____	135
Tabla 8.5 Indicadores de Escenarios Planteados _____	135
Tabla 8.6 Resultados de Análisis de Sensibilidad _____	136
Tabla 9.1 Análisis de Valor Agregado _____	139
Tabla 9.2 Densidad de Capital _____	140

Tabla 9.3 Intensidad de Capital _____ 140

Tabla 9.4 Relación Producto-Capital _____ 141



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Relación de Bienes Sustitutos y Complementarios de la Bentonita para Lodos de Perforación _____	14
Figura 2.2 Diagrama de Fases de Investigación de Mercado _____	20
Figura 2.3: Evolución de Balanza Comercial (en USD) de Bentonita _____	23
Figura 2.4: Gráfico de Sectores de las Ocurrencias de Bentonita por Regiones _____	24
Figura 2.5: Cantera de Amotape ubicada en la región Piura, provincia de Paita. _____	25
Figura 2.6: Evolución de la Producción Nacional de Bentonita _____	26
Figura 2.7: Evolución de la Demanda Interna Aparente de la Bentonita _____	27
Figura 2.8 Pozos Petrolíferos Perforados en el Perú _____	28
Figura 2.9: Pronóstico a largo plazo del precio del Crudo _____	29
Figura 2.10 Producción Anual de Gas Natural en la Selva Sur _____	30
Figura 2.11: Proyección de la Demanda de Bentonita _____	35
Figura 2.12: Gráfico de evolución del porcentaje de bentonita importada para lodos de perforación en relación con la demanda total. _____	40
Figura 2.13 Evolución del Precio _____	44
Figura 3.1 Exploración de Pozos Petroleros por Departamento _____	51
Figura 3.2 Departamento de Piura _____	56
Figura 3.3 Exploración Petrolera en el Departamento de Piura _____	57
Figura 5.1 Diseño Gráfico de Presentación Principal de Producto _____	65
Figura 5.2 Diagrama de Operaciones del Proceso de Bentonita de Alto Rendimiento para Perforaciones Industriales grado API _____	70
Figura 5.3 Diagrama de Bloques del Proceso de Elaboración de Bentonita para Lodos de Perforación _____	71
Figura 5.4 Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Bentonita para Lodos de Perforación _____	71
Figura 5.5 Diagrama de Gozinto _____	91
Figura 5.6 Diagrama relacional _____	109
Figura 5.7 Plano Tentativo de Planta _____	110
Figura 5.8 Plano de la Planta _____	116
Figura 5.9 Diagrama de Gantt de Implementación del Proyecto _____	117

Figura 6.1 Organigrama	120
Figura 7.1 Gráfico de Flujo de Fondo Económico	130
Figura 7.2 Gráfico de Flujo de Fondo Financiero	132
Figura 9.1 Provincia de Piura: Área total de influencia del proyecto	137



RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente proyecto presenta una oportunidad de explotar uno de los recursos de mayor calidad y abundancia que posee el Perú, cuyos usos van desde la clarificación de vinos hasta el uso en perforaciones industriales: la bentonita. El estudio de mercado realizado tiene como mercado meta la industria petrolera, se determinó una demanda de proyecto de 4,909.47 TM (toneladas métricas) en su año más próspero.

Respecto a la ubicación de la planta, se determinó a través de la metodología de ranking de factores la microlocalización que dio como resultado la provincia de Piura en el departamento de Piura. Para el proyecto se ha calculado una capacidad de planta hallando la máquina cuello de botella disponible en el mercado, se obtuvo como resultado una capacidad de 5,022 TM anuales y para el tamaño de planta se rige por la restricción del mercado mencionada previamente de 4,909.47 TM.

El proceso involucra maquinaria con tecnología existente actualmente y a precios accesibles. Se consideró las especificaciones de las máquinas para tener el nivel de procesamiento necesario. Para la disposición de planta se consideraron las áreas de producción, obtenidas mediante el análisis de Guerchet, almacenes de materia prima y producto terminado y las áreas de administración teniendo en cuenta el número de empleados. El área obtenida de la planta es de 2,250 metros cuadrados.

Tras el estudio de mercado y la evaluación económica y financiera, se encontró una alta rentabilidad en el presente proyecto. Con ventas que superan los cinco millones de Soles el primer año, una tecnología existente y al alcance del inversionista, una demanda en aumento y una tasa interna de retorno financiera de 29.66% con una inversión de S/ 6,876,867.02, la rentabilidad de este proyecto resulta alta, apoyado principalmente en el bajo costo de la materia prima; el desarrollo de un proceso de beneficio óptimo y enfocado a cubrir estándares internacionales de calidad y la alta demanda que acompaña el desarrollo del producto.

ABSTRACT

The following project presents an improvement opportunity to take advantage of one of the highest quality and most abundant resources that Peru enjoys, with uses that go from wine clarification to industrial perforations: bentonite. The market research performed aims towards the petrol industry, a project demand of 4,909.47 MT (metric tons) was determined in its most prosperous year.

Regarding the plant's location, microlocalization was set through the factors ranking methodology, which gave out as result the province of Piura in Piura region. For the project, plant capacity was calculated by identifying the bottleneck machine available in the market. The result was a 5,022 MT annual capacity, and a plant size set by the market constraint previously mentioned of 4,909.47 MT.

The process involves machinery with technology available nowadays and fair price tags. Machinery specifications were considered to achieve the required processing level. For the plant's design, the production, raw materials and finished product warehouses areas, were estimated by a Guerchet analysis and the administrative areas considering the numbers of employees. The total area calculated is 2,250 square meters.

After the market research and economics and finance evaluation, a high rentability rate was found in the present project. With sales that go beyond the five million Soles in the first year, an available technology at hand with the investor, a rising demand and an IRR of 29.66% with a S/ 6,876,867.02 investment, this project's rentability is set high, mainly due to the low cost in raw materials, development of an optimized process focused to cover international quality standards, and the high demand set by the product development.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problemática

En el Perú uno de las grandes ventajas es la gran cantidad de minerales que yacen en su territorio, de alta calidad y gran demanda mundial. Prueba de esto es que el Perú se ubica como el tercer productor mundial de cobre el presente año y planea llegar a ser el primer productor de cobre para el 2020. De igual manera se ubica como tercer productor en plata y zinc. Sin embargo, el mineral se exporta en forma bruta al exterior para su procesamiento. La bentonita es un mineral no metálico con múltiples aplicaciones. En el Perú existen los yacimientos de bentonita sódica de mayor calidad, no obstante, anualmente se importan en promedio cuatro millones de kilogramos de bentonita para perforaciones petroleras. No existen en el país una presencia considerable de plantas de beneficio de bentonita para aplicaciones petroleras que cumpla con los estándares API 13A, motivo por el cual en promedio el 80% de las importaciones de bentonita son para este fin. El aprovechamiento de bentonita nacional, reduciría no solo costos, sino además brindaría un incentivo inicial para el procesamiento de valor agregado de la bentonita nacional.

Es entonces la falta de aprovechamiento de un mineral con yacimientos de muy alta calidad en el Perú lo que causa que las empresas con proyectos petroleros en el país se vean obligadas a importar bentonita con los estándares necesarios para aplicaciones petroleras. El presente proyecto justamente plantea la sustitución de la importación de bentonita para perforaciones industriales por bentonita nacional con los mismos estándares que la importada pero de origen y procesamiento peruano, reduciendo costos e incentivando la producción nacional.

1.2 Objetivos de la Investigación y Justificación del Tema

1.1.1 Objetivo general

Evaluar la viabilidad tecnológica, económica, financiera, social y de mercado para la instalación de una planta procesadora de bentonita para agregados de fluidos de perforación industrial.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analizar y medir la demanda del proyecto basándose en los productos importados para la industria de perforación industrial debido a la escasez en la producción nacional para dicho sector.
- Evaluar la viabilidad económica y financiera del proyecto.
- Identificar a los competidores actuales y potenciales de insumos para fluidos de perforación.
- Establecer un punto de inicio para el desarrollo industrial de la bentonita en el país.
- Evaluar la viabilidad social del proyecto.

1.3 Alcance y Limitaciones de la Investigación

El presente proyecto abarca análisis de factibilidad de la implementación de una planta productora de bentonita para perforaciones petroleras. Se pretende realizar un estudio de mercado completo para así poder determinar la demanda del proyecto tras calcular la tendencia en las fluctuaciones de demanda y la participación de mercado. Así mismo se abarca el aspecto de ingeniería, lo que corresponde a delineamiento del proceso productivo y de la disposición de la planta, incluyendo análisis medioambientales, de seguridad y de selección de tamaño y maquinaria. Finalmente se elabora un análisis financiero que evalúe el proyecto en términos económicos y confirme la viabilidad de éste finalizando con un análisis de impacto social.

El campo de investigación se restringe al territorio peruano y el estudio no abarca la gestión del proyecto para la implementación en sí de la planta, sino el análisis que confirma la viabilidad de éste. El estudio se basa en estimaciones para definir los resultados de demanda, lo que repercute hasta el análisis financiero. Se utilizan herramientas de estadística para maximizar la precisión de dichas estimaciones y fuentes de información fiable y oficial. Finalmente, el estudio no pretende ir más allá del esquema propuesto, ni iniciar una ejecución del proyecto, solo confirmar la viabilidad del proyecto exponiendo cada aspecto de éste.

1.4 Justificación del Tema

Técnica

La factibilidad y viabilidad del proyecto en el aspecto técnico es posible debido a que la tecnología usada para procesar la bentonita ya está bastante desarrollada e incluso comercializada. Estamos hablando de molinos, trituradoras, secadores industriales y clasificadores. Hoy en día se encuentran en el mercado disponible maquinaria de trituración y clasificación con velocidades de procesamiento superiores a las cinco toneladas por hora a precios asequibles y de instalación sencilla.

Económica

El proyecto es económicamente viable debido a múltiples razones. En el 2004 el Perú se convirtió en el tercer productor de bentonita de Latinoamérica. Con el desarrollo de la industria minera y metalúrgica de inicios del segundo milenio la bentonita ganó un lugar importante en el consumo industrial peruano. Sin embargo, desde el 2008 la perforación de pozos exploratorios petrolíferos ha ido en aumento llegando a perforarse 18 pozos en el 2011, y 30 en el 2012, cifra que se seguirá incrementando debido al gran potencial petrolífera que existe en los lotes peruanos de petróleo, es por eso que a lo largo de los años la importación de bentonita se elevó: la demanda de bentonita para lodos de perforación se disparó, y con ello la importación.

A pesar de la posterior crisis de petróleo y la baja de precios del barril de crudo, la producción peruana no sufrió un impacto fuerte, incluso fue una oportunidad para la producción y exploración de gas natural que se incrementara, siendo también parte de nuestra demanda objetivo.

Finalmente, la inversión necesaria para una planta de esta envergadura y rentable no requiere de inversiones millonarias.

Social

La bentonita ofrece ventajas únicas en el uso en fluidos de perforación. La industria de perforación está sujeta a la industria minero energética, uno de los sectores más importantes del Perú importante para su desarrollo. Además, la implementación de la planta dará empleo a más peruanos, ser pionero en un primer hito en la

industrialización de la bentonita promoverá el desarrollo de esta industria, abriendo el mercado y creando más puestos de trabajo.

1.5 Hipótesis de Trabajo

La instalación de una planta procesadora de bentonita para perforaciones industriales es factible debido a que existe un mercado que aceptará el producto y además es técnica, financiera y socialmente viable, resultando en un proyecto rentable y beneficioso para la sociedad y la industria tomando en cuenta que el bajo desarrollo de la industria de minería no metálica y la continuación de la exploración petrolera y de fuentes de gas natural conllevan un incremento en la importación de materia prima para fluidos de perforación, evidenciando la escasez, la necesidad y la baja industrialización de la bentonita como agregado de lodos de perforación. Bajo estas premisas entonces el proyecto alcanzaría una rentabilidad positiva y un recupero antes de los cinco años.



1.6 Marco Referencial de la Investigación

Tabla 1.1

Referencias Bibliográficas

Referencia No. 1	
Díaz Valdiviezo, A., & Ramírez Carrión, J. (2009). <i>Compendio de Rocas y Minerales Industriales en el Perú</i> . Lima: INGEMMET.	
Similitudes	Diferencias
Esta fuente menciona las características principales de la bentonita y describe sus especificaciones técnicas en el uso de lodos de perforación. Además, provee de información sobre la demanda y la balanza comercial.	La fuente no especifica la instalación de plantas industriales o procesos de beneficiación de bentonita. Tampoco trata ningún estudio preliminar de ningún tipo.
Referencia No. 2	
Díaz Villafañe, L. (2007). <i>Beneficio y Refinación de una Arcilla Bentonítica Nacional tipo Montmorillonita</i> . Santander: Universidad Industrial de Santander.	
Similitudes	Diferencias
Se explica el proceso de la bentonita con distintos fines incluyendo fluidos de perforación.	No incluye ningún análisis adicional de la descripción del proceso, tecnología y definición de la bentonita.
Referencia No. 3	
Karaguzel, C., Cetinel, T., Boylu, F., Cinku, K., & Celik, M. (2010). <i>Activation of (Na, Ca) - Bentonite with Soda and MgO and their Utilization as Drilling Mud</i> . Kutahya, Turkey: Dumlupınar University.	
Similitudes	Diferencias
Se explica el proceso de beneficiación y activación de bentonita, orientado hacia su utilización en lodos de perforación.	No abarca la instalación de una planta procesadora, solo se limita a tratar lo que sería la sección de ingeniería del proyecto

Elaboración propia.

1.7 Marco Conceptual

- Bentonita: la bentonita es una arcilla del tipo montmorillonita (arcilla con grandes porcentajes de alúmina hidratada y dióxido de silicio). Se distinguen dos tipos principales: la bentonita sódica y la cálcica. Las primeras poseen mejores características de absorción, son las usadas en los fluidos de perforación, mientras que las segundas poseen características desengrasantes, usadas en farmacéutica y pinturas.
- Arcilla: minerales no metálicos formados principalmente por alúmina hidratada con trazas de distintos elementos como hierro, magnesio, etc. Son producto de las formaciones de roca volcánica o sedimentación.
- Lodos de perforación: fluidos usados como lubricantes y removedores de impurezas en las perforaciones industriales en suelo. Hay dos tipos principales:

en base agua y en base aceite. La bentonita sódica es usada en el tipo de base agua, mientras la bentonita organofílica en el segundo tipo.

- Absorción: capacidad de un material de retener líquido dentro de su estructura.
- Hidrófilo: comportamiento molecular caracterizado por una afinidad con el agua.
- Suspensión (química): mezcla heterogénea formada por un sólido en pequeñas partículas no solubles. El efecto que se produce es de una estructura sólida cuando el flujo de la mezcla es nulo y un flujo inducido cuando la mezcla se altera mecánicamente.
- Proceso de molido y triturado: proceso por el cual un sólido es triturado hasta reducirlo a pequeñas partículas. Se calibra la máquina para obtener el tamaño de partícula deseado.



CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1 Definición comercial del producto

Existen dos variedades comerciales principales de la bentonita:

- Bentonita de sodio
- Bentonita de calcio

La primera variedad cuenta con un mayor número de iones de sodio expandiéndose al mojarse y absorbiendo hasta 12 veces su volumen en agua. Goza de excelentes propiedades coloidales siendo excelente su uso en lodos de perforación. La segunda variedad por su parte el catión predominante es el calcio. Aunque no se expande tanto como la bentonita sódica, cuenta con capacidades absorbentes. En ocasiones se beneficia la bentonita cálcica con hidróxido de sodio obteniendo bentonita sódica activada.

El producto a fabricar será bentonita sódica con especificaciones para uso exclusivo en la industria de perforación. Se procesará bentonita sódica para lodos de perforación en base agua. Se explicará en los tres niveles de producto:

Producto básico

La bentonita sódica está destinada a satisfacer las necesidades primarias de las perforaciones industriales, que son la adecuada formación del pozo perforado, lubricación y vía de intercambio de remanentes de la perforación y estabilidad y capacidad de reanudación de perforación del pozo.

Producto Real

El producto se procesará siguiendo los más rígidos estándares de calidad según las normas de calidad y medio ambiente ISO, y los estándares en lodos de perforación internacionales API, OCMA y PETROBRAS. Se resaltarán siempre la calidad del producto y los estándares a seguir para brindar el mejor producto posible al mejor precio.

La capacidad absorbente y propiedades coloidales de la bentonita, proporcionan una adecuada lubricación, control de temperatura, prevención de contaminación de la maquinaria y formación de una capa sólida en suspensión que evita el desprendimiento de escombros dentro de la perforación al momento de pausarla y de retirar la maquinaria.

Tabla 2.1

Especificaciones bentonita para lodos de perforación según distintos estándares de calidad

Conceptos	API (USA)	OCMA (UK)	PETROBRAS (tipo C)
Tamaño de grano			
Cribado húmedo >75 μm^1 , (%)	<4	<2.5	
Cribado húmedo >25 μm , (%)		>98	
Cribado en seco > 150 μm , (%)			
Cribado en seco > 63 μm , (%)			
pH ²	8-9		7-9
Humedad (%)	7.5%	15	
Viscosidad FANN ³ aparente (6,5 g de arcilla en 100 ml agua)	15	15	>15
Viscosidad MARSH ⁴ (sec)	60	60	
Lectura viscosímetro de indicador directo a 300 RPM (mínimo) (cP) ⁵	23		
Lectura viscosímetro de indicador directo a 600 RPM (mínimo) (cP)	30		
Rendimiento (m ³ /ton)	>18	>16	12.5-17
Solidez de gel	22-235	22-235	
Pérdida por filtración 10 sec (dyn/cm ²) ⁶	17-20		
Volumen en agua - 10g arcilla en 350 ml agua (ml)	14		<14
Ratio YP a PV (máximo) ⁷	3		

Fuente: INGEMMET, (2009).

Elaboración propia

Se distribuirá en sacos de polipropileno tejido en presentaciones de 50 kilogramos con unas medidas de 50x70cm.

¹ Diámetro específico del 96% del polvo de bentonita debe ser de 75 micras o menor.

² El nivel de pH de la bentonita API debe ser cercano a un pH neutro con tendencia a alcalino, evitando la acidez que podría afectar su propiedad de absorción.

³ El viscosímetro FANN es un instrumento utilizado para medir viscosidad y resistencia del gel de un lodo de perforación por indicación directa mediante velocidad de rotación (300 y 600 rpm).

⁴ Es otra medida de viscosidad definido como el tiempo en segundos requerido para que un cuarto de galón de lodo fluya a través de un embudo Marsh. Es una viscosidad referencial.

⁵ cP: 1 centipoise = 0.001 pascales-segundo.

⁶ 1 dyn/cm² es una medida de presión equivalente a 0.1 pascales. La pérdida por filtración se estima con el fluido bentonítico dentro de un material permeable aplicando presión hasta que el líquido empieza a filtrarse.

⁷ Ratio obtenido a partir de las medidas de viscosidad a 300 y 600 RPM. PV = 600 dial – 300 dial; YP = 300 dial – PV.

Sobre el saco estará la marca, el logo y una breve descripción del contenido.

Producto Aumentado

Se propone comercializar con el apoyo de ingenieros de minas con tal de ofrecer apoyo profesional al momento de elaborar la mezcla para los lodos de perforación, así como canales de venta para los demás constituyentes de los lodos a futuro. Fuertes lazos con los mejores ingenieros mineros y petroleros y especialistas en el campo serán críticos para ofrecer no solo un producto físico, sino una asistencia mediante red de contactos con el cliente y expertos en perforación de pozos.

2.1.2 Principales características del producto

Se puede definir comercialmente el producto mediante tres importantes clasificaciones: Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), Clasificación Central de Productos (CPC por sus siglas en inglés) y por su partida arancelaria internacional.

A continuación se detalla cada clasificación:

1. Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU)

Esta primera clasificación toma como criterio las actividades comerciales. La comercialización de bentonita para perforaciones industriales es una actividad de procesamiento, desde que se obtiene la bentonita en bruto, se procesa y se obtiene en sacos de 50 kilogramos.

Por tratarse de una actividad de tratamiento de mineral arcilloso, se puede clasificar la actividad dentro de la sección B de la revisión número 4 de la clasificación CIIU, con el código de clase 0810.

2. Clasificación Central de Productos (CPC por sus siglas en inglés)

Esta segunda clasificación se basa en los productos comercializados, a diferencia de la anterior que tomaba como criterio la actividad comercial.

Se encuentra la bentonita para perforaciones industriales bajo la sección uno de la segunda versión de esta clasificación. Se identifica el producto bajo la subclase 15400 – Arcillas.

3. Partida arancelaria

Finalmente podemos definir comercialmente el producto por su partida arancelaria. El HS (Harmonized System Codes) fue desarrollado por la Organización Mundial de Aduanas para facilitar la clasificación de productos a ser comercializados internacionalmente. Adoptado por más de 170 países, la partida arancelaria de la bentonita es HS 2508100000.

2.1.2.1 Usos y propiedades

La bentonita es una arcilla con grandes capacidades de absorción, capaz de mantener un estado en suspensión en contacto con el agua. Los usos de la bentonita son increíblemente numerosos, desde su aplicación en detergentes y productos farmacéuticos hasta su aplicación en arenas de fundición en metalurgia y siderurgia. Siendo un mineral no metálico de alto consumo en industrias de países desarrollados, existe una correlación entre el consumo de bentonita y el grado de desarrollo industrial.

Principalmente las propiedades de la bentonita se derivan de:

- Tamaño de partícula inferior a 75 micrómetros
- Morfología laminar
- Presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar.

Es gracias a estas características que presenta un alto valor del área superficial, con una gran cantidad de superficie activa con enlaces no saturados interaccionando con muchas sustancias, sobretodo compuestos polares, obteniendo un comportamiento plástico en mezclas con agua.

El grado de hidratación está ligado a la naturaleza del catión. A medida que se aglomeran capas de agua y la distancia entre superficies se hace mayor, las fuerzas dominantes son de repulsión electrostática lo que provoca la dilatación de la partícula.

Por otro lado, la plasticidad se debe a que el agua va formando una capa que envuelve las partículas produciendo un efecto lubricante facilitando el deslizamiento de unas partículas sobre otras.

En otras palabras, las moléculas de montmorillonita, que conforman la mayor parte de la bentonita, atraen las moléculas de agua alrededor de éstas, formando varias capas de moléculas de agua, con lo que obtiene su característica de absorción. El exterior de estas capas emula entonces una superficie lubricante. En la perforación, los lodos en base de bentonita ayudan así a lubricar la broca y a transportar, con su propio flujo, los residuos del pozo que van siendo bombeados hacia la superficie. Al finalizar o pausar la perforación, la falta de movimiento de flujo del lodo provoca que éste se solidifique, a la propiedad tixotrópica de la bentonita. De esta manera el pozo no se derrumba, actuando el lodo como hormigón sosteniendo las paredes del pozo. Al retomar la perforación, el flujo se restablece.

“La tixotropía se define como el fenómeno consistente en la pérdida de resistencia de un coloide al amasarlo y su posterior recuperación con el tiempo. Las arcillas tixotrópicas cuando son amasadas se convierten en un verdadero líquido. Si, a continuación, se les deja en reposo recuperan la cohesión, así como el comportamiento sólido. Para que una arcilla tixotrópica muestre este especial comportamiento deberá poseer un contenido en agua próximo a su límite líquido⁸. Por el contrario, en torno a su límite plástico⁹ no existe posibilidad de comportamiento tixotrópico.” (Dirección General de Desarrollo Minero, 2012).

En la industria de la perforación el uso de la bentonita se relaciona con sus propiedades. Los usos y propiedades de la bentonita usada en lodos de perforación para perforaciones industriales se pueden resumir de la siguiente forma:

1. Transportar cortes a la superficie

La función más básica de la bentonita en un lodo de perforación es crear una sustancia viscosa capaz de transportar los cortes que se desprenden de la perforadora hacia la superficie para mantener limpia la zona de perforación e ir removiendo material. Es importante que la bentonita no permita la dispersión de los sólidos productos de la perforación.

⁸ Cuando la sustancia pasa de un estado líquido a plástico debido a la alta presencia de agua.

⁹ Cuando la sustancia pasa de un estado plástico a uno sólido y se rompe.

2. Prevenir problemas con el control de pozos

La columna de lodo de perforación que se forma, ejerce una presión hidrostática contra las paredes. En condiciones normales esta presión debe ser balanceada o exceder la presión ejercida por las formaciones naturales de roca para prevenir el desprendimiento de material contaminante o los flujos de gas hacia el pozo. Se debe balancear la densidad del lodo mediante la proporción de la bentonita (usada como material de peso) en la mezcla para así mantener una presión balanceada asegurando la estabilidad del pozo.

3. Preservar la estabilidad del pozo

La bentonita también es usada para mantener la estabilidad del pozo, midiendo la proporción de bentonita incluida en la mezcla impidiendo que la presión se desestabilice y colapse el pozo además de mantenerlo libre de contaminantes. La bentonita tiene la propiedad de ser coagulante y tener la capacidad de entrar en suspensión, al momento de retirar la broca perforadora, el lodo de perforación se solidifica para mantener la estabilidad del pozo.

4. Enfriar y lubricar la perforadora

Las elevadas velocidades a las que gira la perforadora y la fricción generada produce grandes liberaciones de calor que calientan la perforadora. La bentonita en mezcla con el agua ayuda a mantener lubricada (reduciendo así la fricción) y lo más fría posible la broca de perforación.

5. Minimizar daños al personal y al ambiente

Existen tres tipos principales de lodos de perforación: Base-agua, Base-aceite y neumáticos. El primer tipo es usado en más del 80% de las veces debido no solo a su bajo costo, pero a su bajo nivel de contaminación ambiental. Si bien los base-aceite (mezcla de aceites y polímeros sintéticos) tienen una mayor eficiencia y pueden ser reutilizados, su costo es de por sí mucho mayor y dañan el ambiente, en especial si se logra filtrar por el subsuelo. Los lodos de tipo base-agua por su parte usan bentonita, baritina y agua. Son bajos en costo y presentan niveles muy bajos de contaminación ambiental. Pueden desecharse en cualquier ambiente sin presentar ningún peligro.

Cabe recordar la proporción promedio de bentonita usada en los lodos de perforación. Alrededor del 85% está compuesto por agua, un 9% por baritina y un 5% por bentonita, siendo el restante 1% diferentes sales y polímeros.

A manera de resumen, el producto que se entrega contiene las mismas características que la bentonita importada, oferta que específicamente contiene productos para el uso en perforaciones en tierra, por usar procesos extranjeros de producción probados y patentados que otorgan a la bentonita las cualidades de bentonita de importación, producto que nacionalmente no existe en su forma beneficiada, solo en su fase de explotación y uso genérico.

Marco Legal Normativo Internacional

Se consideró importante adicionar la norma internacional de bentonita para lodos de perforación impuesta por la American Petroleum Institute resumida en la siguiente tabla.

Tabla 2.2

Norma Técnica Internacional de la Bentonita para Lodos de Perforación

Norma	Título
API Spec 13A ISO 13500:2009	Especificación para materiales fluidos de perforación. Industrias de gas natural y petróleo. – Fluidos de perforación – Especificaciones y pruebas.
ASTM D5890-06	Método para determinar el índice de dilatación de los componentes minerales de arcilla de revestimientos geosintéticos de arcilla.

Fuente: Dirección General de Desarrollo Minero, (2015).

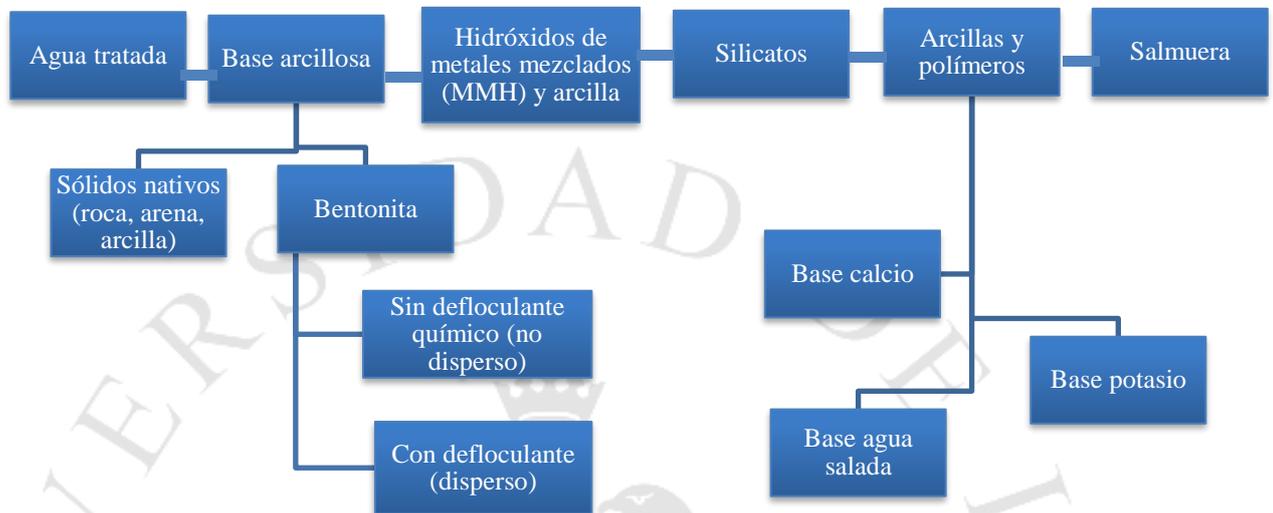
Elaboración propia.

2.1.2.2 Bienes sustitutos y complementarios

Los fluidos de perforación de base acuosa se dividen en los principales grupos que se exponen en la figura 2.1.

Figura 2.1

Relación de Bienes Sustitutos y Complementarios de la Bentonita para Lodos de Perforación



Fuente: Oilfield Glossary, (2015).
Elaboración propia

Los principales sustitutos directos de la bentonita para lodos de perforación base agua son los polímeros, silicatos y las salmueras. Sin embargo, estos sustitutos no cumplen con las propiedades únicas de la bentonita, como la tixotropía y la absorción por lo que no se suelen usar.

Siendo el tipo de lodo de perforación más usado el de base agua con tres componentes principales, se considera únicamente a la baritina como un bien complementario. Así mismo los lodos de perforación de gas y base aceite son sustitutos a los lodos de perforación base agua. Aunque son menos usados se consideró como un potencial sustituto a este tipo de lodo sintético donde sus componentes son emulsificadores (3%), viscosificadores (1%), baritina (11%), óxido de calcio (1%), cloruro de calcio (2%), agua (30%) y un fluido base que representa el 52% restante. El elevado costo y el hecho que es contaminante hacen que sea un tipo de lodo que cada vez se usa menos, haciéndolo menos competitivo y poco a poco alejándolos como sustitutos directos de la bentonita.

En el cuadro 2.3 se observa la composición de los lodos de perforación base agua, lo que muestra cuáles son los demás bienes complementarios de la bentonita para lodos de perforación, además de la baritina, que es el principal.

Tabla 2.3

Cuadro de composición de gel bentonítico para lodos de perforación base agua con una densidad de 1300kg/m^3 (1 bbl = 1 barril, 1 ppb = libras por barril)

Componente	Cantidad	Masa (Kg)	Volumen (L)	% Masa	% Volumen
Agua	1 bbl	159	1588,99	65,33	84,92
Bentonita	20 ppb	9,1	9,07	3,73	4,85
Soda Cáustica	0,5 ppb	0,23	0,22	0,9	0,12
Carbonato de sodio	0,5 ppb	0,23	0,10	0,9	0,5
CMC ¹⁰ de alta viscosidad	1,5 ppb	0,68	0,47	0,28	0,25
CMC de baja viscosidad	3,5 ppb	1,59	1,09	0,65	0,58
Baritina	160 ppb	72,58	17,28	29,82	9,23

Fuente: Petrolite, (2015).
Elaboración propia.

2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

El presente estudio abarcará en su totalidad el área del Perú, específicamente las zonas de exploraciones petroleras y mineras donde se realizan perforaciones. Como se mencionó anteriormente, la creciente atención en las exploraciones petroleras es una ventaja a favor del estudio, pudiendo localizar una mayor incidencia de exploraciones petroleras en el país.

Debido a que el mercado objetivo es las exploraciones petroleras y mineras se deben considerar la ubicación de estas. Así mismo hay proyectos pendientes que se esperen retomen operaciones en el transcurso de este año: proyecto Conga en Cajamarca, desarrollado por la canadiense Newmont y Buenaventura; Quellaveco, ubicado en Moquegua, que se encuentra siendo evaluado por el grupo Anglo American y Southern Copper en Tacna, controlado por Grupo México. Estos proyectos superan los 40 millones de toneladas métricas procesadas por año.

¹⁰ Carboximetilcelulosa es un compuesto orgánico derivado de la celulosa enlazada comúnmente con sodio. Es utilizado como espesante, estabilizante y emulsificante.

El anexo III muestra la relación de contratos de explotación y exploración respectivamente. El 58% de la explotación de pozos petroleros se encuentra en la cuenca de Talara, el 21% en Ucayali y el restante entre el Marañón y Sechura. En el anexo IV se incluyen mapas de lotes en explotación y exploración respectivamente.

2.1.4 Análisis del Sector

Con el fin de entregar un análisis de sector preciso se hará uso del análisis de las 5 fuerzas de Porter.

Riesgo de entrada de competidores potenciales

La amenaza del ingreso de competidores potenciales depende principalmente en las barreras de ingreso, donde interviene la lealtad a la marca, requerimiento de capital, acceso a la cadena de distribución, diferenciación de marca, costo de cambio de proveedores en los casos que fuese necesario y políticas gubernamentales tanto en ámbito nacional como internacional. En el caso de lealtad y diferenciación de marca, se apunta a tener una estrategia de diferenciación en precios y calidad, promoviendo no solo el hecho de tener calidad internacional, pero que es producto peruano a precios más accesibles y disponibilidad casi inmediata por no tratarse de importación. El requerimiento de capital estaría en función de los socios fundadores y del juicio del banco prestamista. Finalmente, las políticas gubernamentales afectarían los precios y costos que podría tener el producto, ya sea por el lado de fluctuación de demanda que podría afectar el precio por los proyectos de explotación energética nacional o por tecnologías disponibles y mano de obra. La bentonita sódica, es un producto de primera necesidad, estandarizado a nivel mundial donde el precio de venta puede variar ligeramente dependiendo del productor, pero un factor que sí varía considerablemente es la calidad de esta: la finura (tamaño de partícula), la pureza y el rendimiento son los principales indicadores de calidad.

Al ser un producto de consumo industrial no se percibe lealtad a la marca alguna, siendo los factores de calidad y precio los dominantes. Algo que si es característico en el comercio de minerales es la economía de escala. En el Perú se

producen anualmente más de 20 000 toneladas métricas de bentonita, sin contar las importaciones de más de 5 000 toneladas cada año. Con lo que se obtiene una barrera de entrada por ese lado demandando capacidades suficientes de planta con bajos costos y si se suma la falta de desarrollo en bentonita para lodos de perforación.

Finalmente, los análisis de Proinversion poniendo a la bentonita como un producto de alto potencial elevaría la competitividad, sobretodo en remplazar el gran volumen de importaciones por una mayor producción nacional a precios más bajos y una mayor calidad que compita con las bentonitas de Estados Unidos y España que son las que más se importan.

Por estas razones se ha considerado un riesgo de entrada de competidores potenciales alto, por existir pocas barreras de ingreso e incluso estudios de instituciones como Proinversion impulsando el mercado de bentonita en el Perú.

Intensidad de la rivalidad entre los competidores del mercado

En este punto se analizará la competencia en precios y calidad que actualmente son los diferenciadores principales entre cada proveedor de bentonita. Existen actualmente varios proveedores de bentonita procesada para la industria de perforación. Este gran número de proveedores de todo tamaño (prácticamente todos son distribuidores de bentonita importada) compiten por una parte de la demanda, ofreciendo una calidad a un precio determinado.

Por otro lado, la demanda se estabiliza en los últimos años con una baja continua en la producción nacional y un alza en las importaciones, debido al poco desarrollo de la industria nacional de bentonita y a la superioridad extranjera donde dicha industria se encuentra sistematizada. Esto indica una alta rivalidad de los proveedores por mantener su volumen de ventas. Vale decir que el proyecto plantea remplazar las importaciones, aprovechando esta contracción de la producción nacional y alza de importaciones, otorgando la calidad de un producto importado y precios menores a los de importación.

Por estas razones se considera que actualmente existe una competitividad moderada, donde los productores de bentonita que ingresen al mercado con nuevos estándares de producción y logren competir con los precios de importación darán un paso adelante hacia una adecuada industrialización de este mineral.

Poder de negociación de los compradores

Se consideró el poder de negociación de los compradores como baja debido a que las empresas que compran la bentonita necesitan de esta arcilla para poder operar. Además, no existe la integración hacia atrás de estas empresas para producir su propia bentonita, debido a que no les sería nada rentable. Debe notarse que los clientes son las empresas con concesiones en explotación y/o perforación de pozos petroleros, de gas natural y minería en general. Así mismo, existen pocos competidores en el mercado, siendo estas empresas extranjeras como Halliburton, Baroid y CETCO Mineral Technologies. El precio ofrecido sería menor al de la competencia.

Poder de negociación de los proveedores

En el 2007 existían 21 unidades mineras y 9 titulares de reservas de bentonitas con capacidad para vender bentonita en bruto, sin procesar. Hay que recordar que los yacimientos más importantes se encuentran en el norte, en el departamento de Piura.

A pesar de este volumen de unidades mineras solo existen dos productores de bentonita que además de tener reserva de bentonita, la procesan: COMACSA y Minera Doña Herminia SA. Y si se añade el descenso en producción nacional en los últimos años (sustituido por un alza en las importaciones) se concluye que el poder de negociación de los proveedores es relativamente bajo.

Amenaza de productos sustitutos

El riesgo de productos sustitutos es bajo debido a que los lodos de perforación más usados son los que son en base a agua, debido a su bajo nivel de contaminación y

reducidos costos. Estos lodos de perforación están compuestos en un 85% por agua, 9% por baritina, 5% por bentonita y el resto por polímeros para dar estabilidad al fluido.

Los lodos de perforación en base aceite usan bentonita organofílica (en menor proporción – es sustituto de aceites minerales), pero baritina en una proporción mayor.

Es por esto que la baritina es el único sustituto considerable, por su aplicación en los lodos en base aceitosa, que tienen un mejor rendimiento, son mucho más costosos y contaminantes. En lo que a lodos de perforación en base agua respecta la baritina es un complemento.

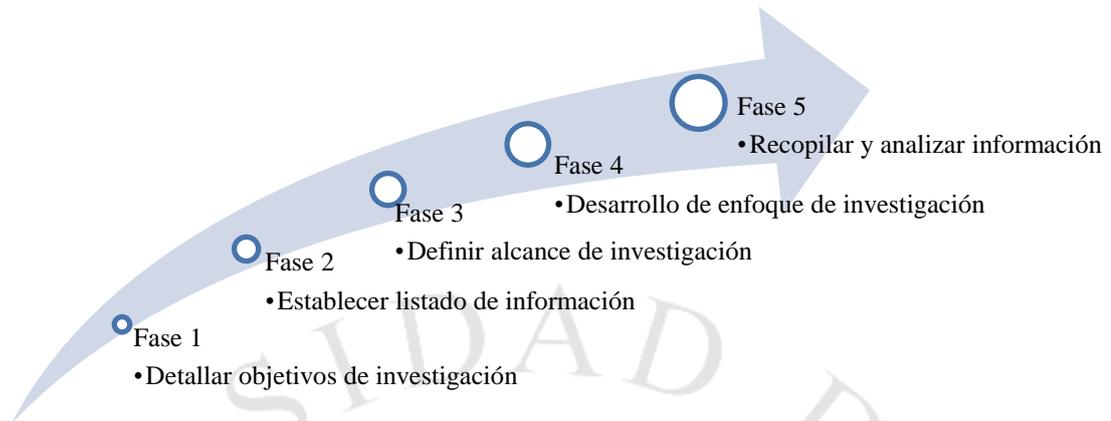
A pesar que ciertas empresas consideren usar sustitutos como el carbonato de calcio o la baritina como lodos de perforación, la bentonita permanece como el material más versátil y con mayor rendimiento.

2.1.5 Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado

Para la investigación de mercado siguiente se seguirá una metodología de seis fases divididas en tres etapas: planificación, diseño y ejecución de la investigación. La primera fase consistió en detallar los objetivos de la investigación. El objetivo de la investigación es determinar la demanda de proyecto tomando en cuenta los factores de demanda interna aparente, participación de mercado y proporción de demanda a ser tomada por el proyecto. Son estos factores apoyados por un análisis de oferta los factores que impactan en el objetivo de la presente investigación.

Figura 2.2

Diagrama de Fases de Investigación de Mercado



Elaboración propia.

Como segunda fase se detalla en forma de lista la información necesitada. Una de las necesidades primarias de información es el registro de bentonita importada, exportada y producida por año y en unidades de masa y monetarias. La razón de esta información es la posibilidad de poder calcular la demanda interna aparente. En segundo lugar, dentro de los registros de importación es importante saber de todo el volumen de importación cuanto está destinado a perforaciones petroleras, para poder obtener un modelo de participación de mercado. Finalmente es necesaria información de intención de compra para el cálculo de demanda del proyecto. Conocimientos del sector y de la oferta actual también es conveniente.

Entrando en la tercera fase, se ingresa en la etapa de diseño de la investigación. En esta etapa se define el alcance de la investigación definiendo el tipo de fuente. Se optará por ambos tipos de fuente: primaria y secundaria. En la elección de fuentes primarias el factor a ser abordado es el de demanda de proyecto. Para poder obtener el nivel de intención de compra se realizarán entrevistas a jefes y ex directores de empresas representativas del sector petrolero para medir la intención de compra del producto a diseñar en el presente proyecto. En lo que respecta a fuentes secundarias, los dos primeros factores de demanda interna aparente y participación de mercado serán abarcados con este tipo de fuentes. El servicio web de registros de aduanas VERITRADE será fuente principal para hallar la demanda interna aparente y la participación de mercado. Otras fuentes secundarias de portales del gobierno peruano

apoyarían secciones de la investigación de mercado como el análisis de oferta y demanda potencial aportando información sobre el desarrollo petrolero en el Perú.

En la cuarta fase se desarrolla el enfoque de investigación propuesto. En un inicio se determinan los procedimientos para obtener los datos necesarios. Mediante una investigación exploratoria se logra identificar los puntos precisos de información y la forma de cómo obtenerla. Finalmente, la investigación causal permite identificar relaciones de causa-efecto producto de las encuestas y de lo hallado en las fuentes primarias de información. Así mismo esta parte en la investigación será importante en análisis de demanda y oferta donde se tenga que hilar una relación entre el desarrollo petrolero y la demanda y oferta de bentonita para lodos de perforación en el país. Se establecen los contactos a los cuales se les hará la entrevista.

En la quinta fase, ya dentro de la etapa final de ejecución de la investigación, se recoge y analiza la información recopilada. En esta fase se realizan las entrevistas y se analiza los datos secundarios hallados para calcular la demanda interna aparente y la participación de mercado. Así mismo se analiza la influencia y relación que tiene el desarrollo petrolero con la demanda de bentonita para pozos de perforación en el país.

Finalmente, la sexta fase involucra la interpretación de los resultados y la síntesis de estos. Esta fase supone la realización y conclusión de los análisis de demanda y oferta, con lo que se llegaría a cubrir el objetivo de la investigación de mercado.

La metodología de investigación de mercados acá presente permite un trabajo planificado y sistematizado mediante fases para una eficiente obtención de resultados fiables y de acorde con el objetivo de la investigación y del proyecto.

2.2 Análisis de la Demanda

2.2.1 Demanda histórica

2.2.1.1 Importaciones y Exportaciones

La importación de bentonita al país se encuentra en alza, impulsada por un incremento en la demanda debido a las nuevas exploraciones petroleras y proyectos mineros emergentes. Con un monto CIF total de US\$ 1,229,317.05 de 3,279,797.33 kg de bentonita importada en el año 2006, el alza caracteriza a cada año culminando el 2014 con 4,724,080.00 kg importados de bentonita dando un monto total de US\$ 3,313,621.98. Así mismo el precio de la bentonita va en alza. El 2014 más de la mitad de la bentonita para diversos usos importada provino de España (52.23%) seguido por Estados Unidos (36.76%). Internacionalmente Estados Unidos es el país con la mayor producción de bentonita, reflejado en la manera que hasta el año 2012 éste era el país que nos exportaba más del 50% de bentonita seguido por España (32%). La firma norteamericana Halliburton es la empresa que más bentonita dirigida a lodos de perforación vende al mercado peruano.

En lo que respecta a exportaciones también se aprecia un alza desde el año 2006 al 2014, aunque con ciertas caídas debido a la poca madurez de la empresa nacional procesadora de bentonita. Con un punto inicial de 1,597,600.54 kg de bentonita exportada en el 2006 acompañado de un monto FOB de US\$ 270,483.94 y un resultado similar en el 2012 con 1,655,033.50 kg de bentonita exportada a US\$ 400,281.84, la exportación de bentonita es significativamente menor que la importación. El análisis de este resultado se verá posteriormente. En el 2014 la mayor parte de la exportación se dirigió a Ecuador (71.93%), país que recibe la mayor parte de la bentonita de nosotros. El principal exportador de los últimos tres años es CLARIANT SA con sus productos de arena para gatos. Se destina prácticamente toda la exportación a Latinoamérica.

En el cuadro 2.4 se puede observar la balanza comercial peruana de bentonita del año 2006 al 2014. Durante todos los años se mantiene negativa, con un pico en el año final por encima de los 5 millones de dólares. Esto significa una mayor importación de bentonita debido al incremento en la demanda de esta por el mayor número de exploraciones petroleras y mineras ya mencionadas. Así mismo la necesidad de

bentonita de altos estándares de calidad que no cuenta actualmente la bentonita peruana, impulsa la importación y decrece la producción nacional. Es por ello que, como se verá más adelante, se elegirá como demanda objetivo lo representado por la bentonita importada, buscando remplazar la importación por producción nacional con la misma calidad y especificaciones que la bentonita importada.

Tabla 2.4

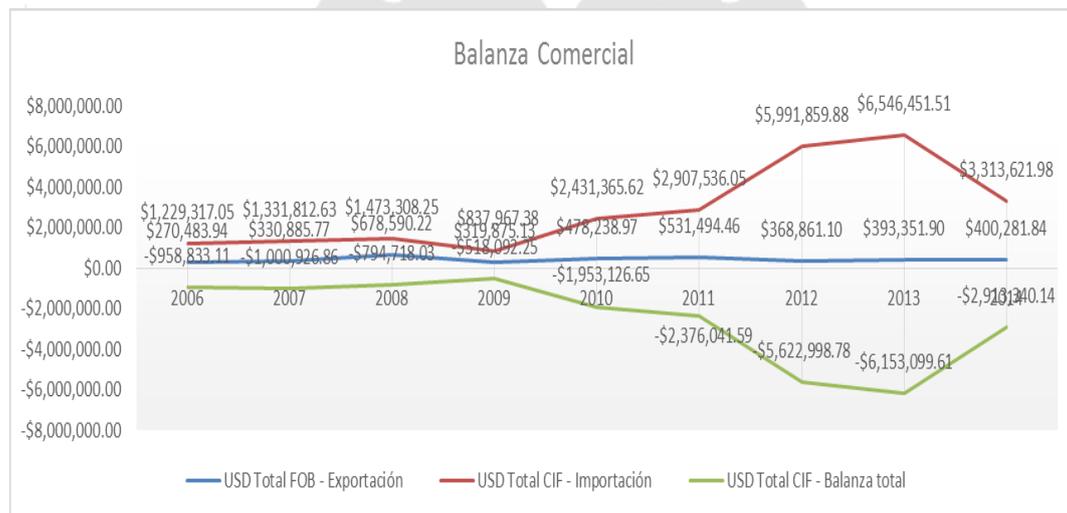
Balanza Comercial (en TM) de Bentonita

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Exportación - TM	1597.6	1890	3,434.39	1,633.86	1777.44	2,256.90	1,915.86	1869.76	1655.03
Importación - TM	3,279.80	3,580.85	3,812.22	1,532.68	5,408.46	6,624.42	9,988.87	9,125.85	4724.08
Delta Ex-Im	-1,682.20	-1,690.85	-377.83	101.17	-3,631.02	-4,367.51	-8,073.02	-7,256.09	-3069.1

Fuente: Veritrade, (2015).
Elaboración propia

Figura 2.3

Evolución de Balanza Comercial (en USD) de Bentonita



Fuente: Veritrade, (2015).
Elaboración propia

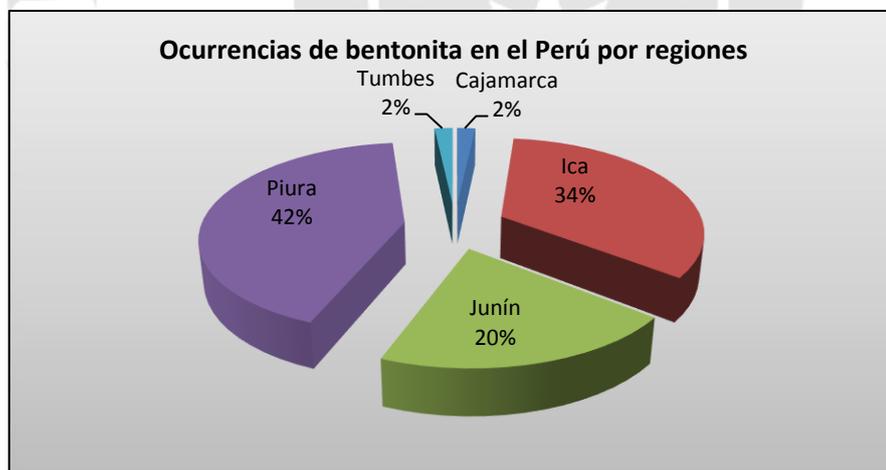
2.2.1.2 Producción Nacional

Perú es uno de los pocos países en donde se encuentran grandes yacimientos de bentonita. En el 2004 el Perú se situó como el tercer productor de bentonita de América Latina según el U.S: Geological Survey, concentrando su producción en los departamentos de Junín y Piura.

Se iniciará describiendo las áreas geográficas que comprenden los yacimientos de bentonita, que es de especial interés debido a que será la fuente de la materia prima. La bentonita es formada principalmente en el Perú a través de procesos volcánicos, al momento que la ceniza cae en el agua, dependiendo si esta es dulce o salada definirá la formación de la bentonita es por esto que los depósitos de bentonitas en el Perú están distribuidos a lo largo de la costa y de la franja interandina. En los departamentos de Tumbes y Piura, en el norte del Perú, se encuentran los depósitos más importantes de bentonita sódica, rodeando la Formación Chira. Por otra parte al centro del país, en la formación Paracas encontramos yacimientos de menor tamaño de bentonitas pobres en silicio y sodio, pero ricas en calcio. Finalmente, en la franja interandina de los departamentos de Cajamarca, Ancash, Junín, Puno y Ayacucho encontramos pequeños depósitos de bentonita. La bentonita que será tratada es la del norte, por ser sódica, la más apta para componer lodos de perforación. Los yacimientos del norte más importante son Vichayal, Cerro Mocho y Santa Teresita. (Ver anexo 2 para relación de ocurrencias de bentonitas).

Figura 2.4

Gráfico de Sectores de las Ocurrencias de Bentonita por Regiones



Fuente: INGEMMET, (2009).
Elaboración propia.

La producción nacional de bentonita ha sido estable durante los años, excepto en el 2009, con un pico superando las 100 000 toneladas compuesto en su mayor parte por una producción de INKABOR SAC de cerca de 85 000 toneladas. En el cuadro 2.5 se muestra la evolución de la producción nacional de bentonita. Actualmente solo se

explotan algunos yacimientos localizados en Piura, Huancayo e Ica. El mineral se traslada a Lima para ser procesado, obteniendo productos de un mayor valor agregado proveyendo a la industria nacional y cada vez incursionando más en la industria internacional.

Figura 2.5

Cantera de Amotape ubicada en la región Piura, provincia de Paita.



Fuente: INGEMMET, (2009).

Tabla 2.5

Producción Nacional de Bentonita

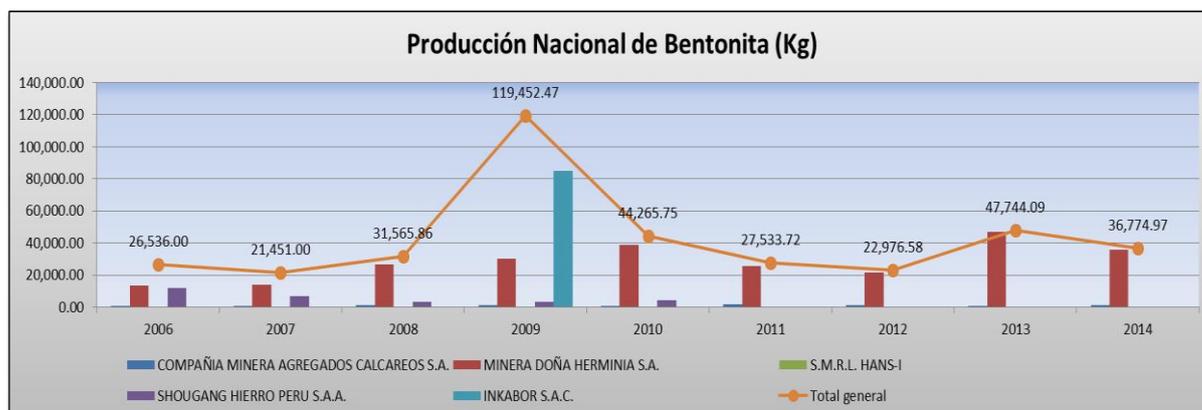
Producción Anual (T.M)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total general
COMPAÑIA MINERA AGREGADOS CALCAREOS S.A.	964	727	1,467	1,283	871	1,652	1,218	972	1,107	10,261
MINERA DOÑA HERMINIA S.A.	13,632	13,779	26,751	30,102	38,790	25,483	21,705	46,771	35,667	252,680
S.M.R.L. HANS-I	0	0	25	0	180	287	54	0	0	545
SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.	11,940	6,945	3,324	3,223	4,425	112	0	1	1	29,970
INKABOR S.A.C.	0	0	0	84,845	0	0	0	0	0	84,845
Total general	26,536	21,451	31,566	119,452	44,266	27,534	22,977	47,744	36,775	378,300

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2015).

Elaboración propia

Figura 2.6

Evolución de la Producción Nacional de Bentonita



Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2015).

Elaboración propia.

2.2.1.3 Demanda Interna Aparente

Una vez teniendo los datos de las importaciones, exportaciones y producción se puede hallar la demanda interna aparente del producto.

En el cuadro 2.6 se aprecia la Demanda Interna Aparente de la bentonita en toneladas métricas, año a año desde el 2006 hasta el 2014. A pesar de haber tenido un pico en el 2009 y los siguientes años haber ido disminuyendo, esta se tiende a estabilizar. Vale notar que en los últimos años la demanda toma una tendencia incremental. Al momento de determinar la proyección de demanda se anuló el pico atípico visto en el 2009. Esto se refleja más adelante en secciones posteriores.

Tabla 2.6

Demanda Interna Aparente de la Bentonita en el Perú (T.M.)

Año	Importación	Exportación ¹¹	Producción Nacional	Demanda Interna Aparente
2006	3,279.80	1,597.60	26,536.00	28,218.20
2007	3,580.85	1,890.00	21,451.00	23,141.85
2008	3,812.22	3,434.39	31,565.86	31,943.69
2009	1,532.68	1,633.86	119,452.47	119,351.29
2010	5,408.46	1,777.44	44,265.75	47,896.77
2011	6,624.42	2,256.90	27,533.72	31,901.24
2012	9,988.87	1,915.86	22,976.58	31,049.60
2013	9,125.80	1,869.40	47,744.09	55,000.49
2014	4,724.10	1,655.03	37,374.97	40,444.04

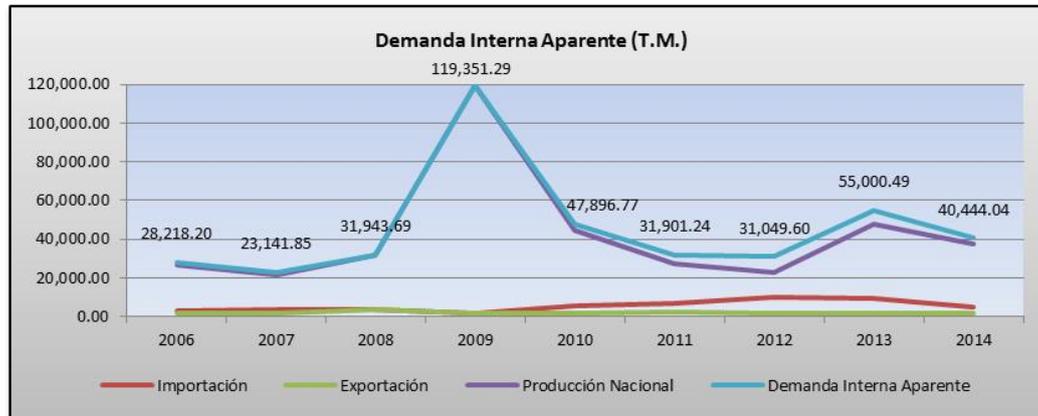
Fuente: INGEMMET, (2009) y Veritrade, (2015).

Elaboración propia

¹¹ Valores de importación y exportación de bentonita destinado a todos los usos (no específico para la industria energética) en el Perú.

Figura 2.7

Evolución de la Demanda Interna Aparente de la Bentonita



Fuente: INGEMMET, (2009) y Veritrade, (2015).
Elaboración propia.

2.2.2 Demanda Potencial

2.2.2.1 Patrones de Consumo: incremento poblacional, estacionalidad.

La bentonita para perforaciones industriales es consumida por las empresas petroleras, con licitaciones de explotación y exploración de pozos petrolíferos y las mineras en las fases 1era y 2da de exploración y operación. Como se ha mencionado antes existen distintos tipos de bentonita, siendo las principales la bentonita sódica y cálcica. Los lodos de perforación usan exclusivamente bentonita sódica con las especificaciones descritas en la tabla 1.1. Se caracteriza por ser bentonita de partículas muy finas, ligeramente básico y con poca humedad.

Debido a las nuevas exploraciones petroleras ha habido un alza en las importaciones de bentonita para la industria de perforación petrolera existiendo una relación directa entre las exploraciones petroleras y la demanda de bentonita para lodos de perforación.

Es importante resaltar el patrón de consumo mediante los proyectos de perforaciones de pozos de exploración y desarrollo a lo largo de los años en el país. En el siguiente gráfico se muestra el número de pozos perforados año a año. Se ve la supremacía en número de los pozos en desarrollo y el nivel plano mantenido en las perforaciones de pozos de exploración. Esto se debe a que los últimos son sólo usados para demostrar la existencia de petróleo.

Figura 2.8

Pozos Petrolíferos Perforados en el Perú



Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2016).
Elaboración propia.

Los picos de perforaciones de pozos de desarrollo se observan en los años 2010 a 2012 con un fuerte descenso al año siguiente. Sin embargo, desde el 2014 ha ido incrementando.

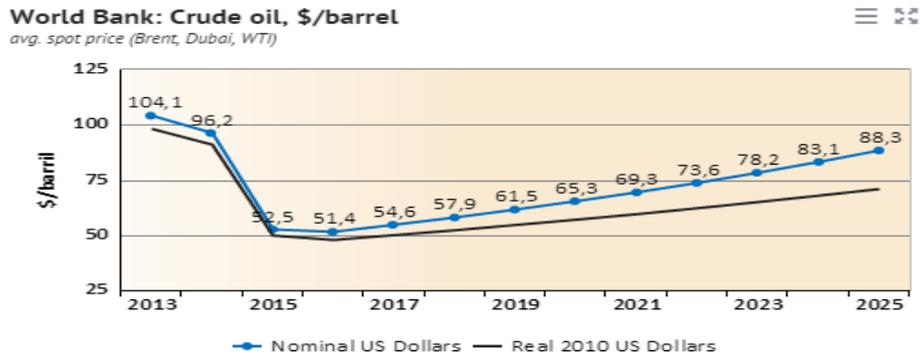
Si bien el precio del petróleo ha disminuido drásticamente desde finales del año pasado, al ser nosotros un país no exportador de petróleo el impacto no es el mismo que petroleras de países como Estados Unidos o China. Al momento de considerar nuevos proyectos de explotación petrolera se deben tomar en cuenta también los temas de impacto ambiental (permisos del estado), impacto en comunidades y presencia de oleoductos. Por ello la baja de precios no necesariamente significa la cancelación de proyectos de explotación petrolera, incluso muchos inversionistas lo ven como una oportunidad de mayor competitividad.

Finalmente, la demanda de este producto no presenta estacionalidad, sino dependencia de la cantidad de pozos por perforar y de proyectos actuales y firmados. Actualmente existen 24 contratos de explotación y 43 contratos de exploración vigentes, con lo que se tienen varios años de proyectos de explotación de petróleo donde más del 50% se ubican en la zona Costa Norte y Zócalo Continental del Perú.

Ahora bien, si actualmente el precio del crudo ha tenido una caída, según el Banco Mundial, se estima que exista un alza constante del precio del crudo promedio desde el 2016 en adelante.

Figura 2.9

Pronóstico a largo plazo del precio del Crudo



Fuente: Banco Mundial, (2015).

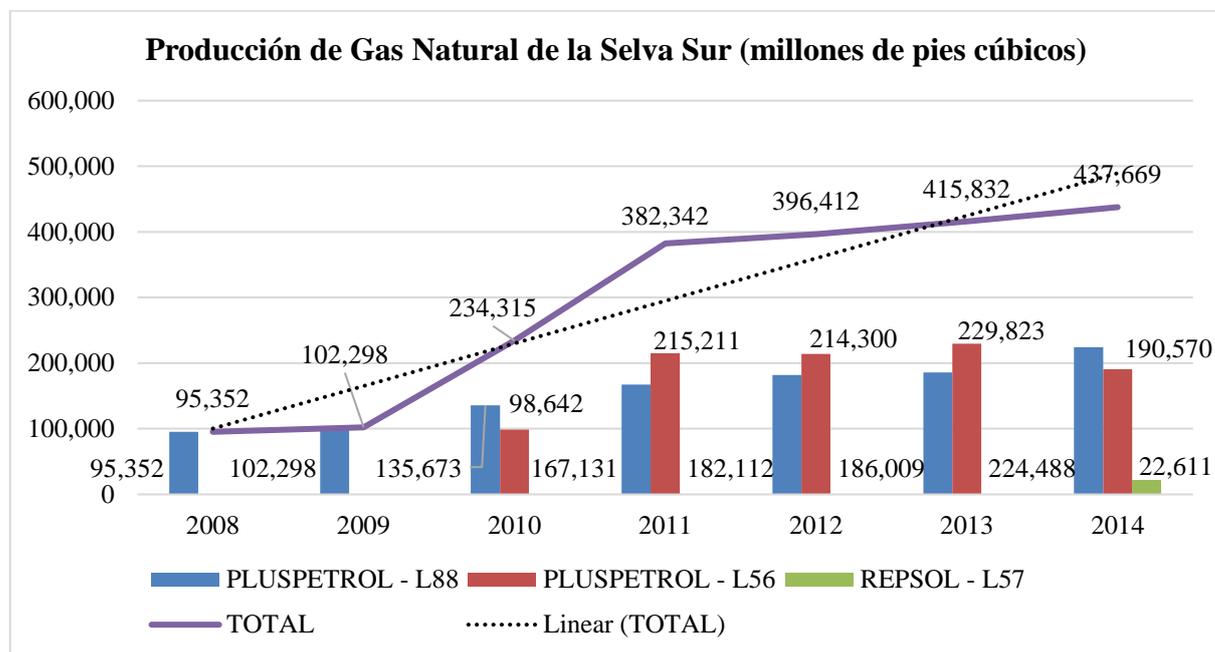
Elaboración: Banco Mundial.

Sin embargo, el éxito del presente proyecto no depende sólo del petróleo, pero busca diversificarse con otro tipo de perforaciones industriales que hoy en día presenta una alta demanda: la extracción de gas natural. Según PerúPetro, en lo que va del año, a Septiembre del 2015, la Selva Sur del Perú ha tenido una producción de 300,476,072 miles de pies cúbicos de gas natural, teniendo el 93.6% de la producción nacional de gas con el conocido proyecto CAMISEA.

Desde el 2008, la producción de gas en la selva sur del Perú, ha tenido un incremento promedio del 66%, con un pronóstico según PerúPetro de tendencia al alza en los siguientes años.

Figura 2.10

Producción Anual de Gas Natural en la Selva Sur



Fuente: PerúPetro, (2013).
Elaboración propia.

Existen un total de 105,203 mil millones de pies cúbicos de reserva de gas natural, de las cuales 6,507 mil millones de pies cúbicos son probables y 5,363 mil millones de pies cúbicos son posibles. Así mismo en reservas del líquido de gas natural existe un total de 5, 596,399 miles de barriles de reserva de líquido de gas natural de las cuales 350,510 mil barriles son probables y 265,633. Esto indica un gran potencial exploratorio para el inicio de nuevos proyectos de perforación. Además de eso, Pluspetrol informó que a finales del presente año estaría culminando la exploración de nuevos pozos de gas en la zona de CAMISEA. Existen más de 100 contratos firmados actualmente para la exploración y explotación de gas natural en el Perú. El alza en la producción hace necesario que se certifiquen nuevas reservas que puedan abastecer al sector, según indicó Scotiabank en un reporte sobre Producción Nacional de Hidrocarburos en el Perú. El consorcio CAMISEA tiene planes de inversión de más de US\$415 millones en el período 2015 – 2018 en exploración y explotación de nuevas reservas de gas del lote 56. Así mismo Repsol planea invertir cerca de US\$500 millones en un proyecto de desarrollo de campo en Sagari en el lote 57 entre el 2015 y 2018. Finalmente a futuro existen planes de la China National Petroleum Corporation (que actualmente opera el lote 58) de incrementar su actual capacidad exploratoria con una

perforación de más de 12 pozos en solo aquel lote con inversiones totales de más de US\$100 millones.

Vale la pena incluir que en el noroeste del Perú también existe producción de gas natural, significando el 4% de la producción nacional.

2.2.2.2 Determinación de la Demanda Potencial

Para determinar la demanda potencial se utilizará un país similar al Perú en cuanto a recursos petroleros y mineros se refiere. Argentina es un país con gran potencial petrolero. Se tomará el año 2011 como referencia y el producto petróleo a manera de resguardarnos con un carácter conservador respecto a la caída del petróleo. En Perú se perforaron 15 pozos exploratorios mientras que en Argentina 46. Con esto obtenemos un factor de 3.07. Multiplicando la demanda interna peruana de bentonita en dicho año por dicho valor y el factor de sustitución por importaciones¹², obtenemos un aproximado del potencial en nuestro país donde se considera sólo la bentonita sódica para pozos de perforación.

$$31,901.24 \text{ T.M.} \times 3.07 \times 10,23\% = 10,018.93 \text{ T.M.}$$

La demanda potencial obtenida es de 10,018.93 toneladas métricas de bentonita.

2.2.3 Demanda mediante fuentes primarias

2.2.3.1 Diseño y aplicación de Encuestas u otras técnicas.

La investigación de mercado usó como herramientas de recopilación de información de fuentes primarias encuestas y entrevistas. Debido a que se trata de un público objetivo industrial, las encuestas y entrevistas fueron realizadas en conjunto a ocho participantes, entre gerentes, ex-gerentes y jefes de empresas petroleras y mineras del Perú y de fuera del país.

El modelo de entrevistas se encuentra en el anexo 1.

¹² Detallado y calculado en el capítulo siguiente.

2.2.3.2 Determinación de la demanda

La demanda se determinó mediante el cálculo de la demanda interna aparente visto en la sección 2.2.1.3. Mediante el uso de información primaria como encuestas y entrevistas se obtuvo la intención de compra que será usado en secciones posteriores para el cálculo de la demanda del proyecto.

Es importante notar, sin embargo, que la demanda interna aparente representa la demanda total de bentonita en el país. En un ejercicio para obtener el mercado meta se obtuvo la proporción promedio año tras año de la bentonita importada para uso en perforaciones petroleras versus el total de la demanda interna aparente. Este cálculo se aprecia en la sección 2.4.2 aplicado a la demanda proyectada para la selección del mercado meta proyectado. Se presenta la demanda objetivo hasta el año pasado en la siguiente tabla, mediante el uso de este factor de sustitución de importaciones de 10.23%.¹³

Tabla 2.7

Demanda Objetivo

Año	Demanda Interna Aparente	Factor de sustitución de importaciones ¹⁴	Demanda Objetivo (T.M.)
2006	28,218.20	10.23%	2,886.05
2007	23,141.85	10.23%	2,366.86
2008	31,943.69	10.23%	3,267.08
2009	34,507.29	10.23%	3,529.28
2010	47,896.77	10.23%	4,898.70
2011	31,901.24	10.23%	3,262.74
2012	31,049.60	10.23%	3,175.64
2013	55,000.49	10.23%	5,625.25
2014	40,444.04	10.23%	4,136.47

Elaboración propia.

2.2.4 Proyección de la Demanda

Para proyectar la demanda se tomaron los datos obtenidos de la tabla 2.8. Como se analizará más adelante, en el año 2009 hubo un pico en la demanda debido a una producción única de Inkabor SA de casi 90 000 toneladas. Para fines de una curva de

¹³ El cálculo de este factor se muestra en la sección 2.4.2.

¹⁴ La razón de este factor calculado y no directamente hacer de la demanda el total de importaciones, se debe a que este factor considera el promedio durante los años de estimación de importación enfocada a productos para la explotación energética. Para los siguientes años de proyecto se trabaja con una línea de tendencia la cual varía la importación de años anteriores, por lo que se optó por el promedio de importaciones enfocada a estos productos.

regresión más precisa se restó dicha producción para mantener un nivel uniforme de producción.

Se optó por una curva exponencial debido a que, de cuatro líneas de regresión y tendencia, tuvo el mayor coeficiente de determinación. A pesar que la producción nacional pueda haberse reducido en los últimos años, la importación aumentó notablemente. Ello se debe a que en los últimos años se han aumentado las exploraciones petroleras, requiriendo de una mayor demanda de bentonita para lodos de perforación con especificaciones únicas de importación. Además, se espera que la producción de petróleo se duplique para el año 2016 con respecto al 2012 superando los 500 000 barriles de petróleo diarios para el 2021. Es por esto que se trabajará con una demanda lineal (valor de $R^2 = 0.4$; más alto encontrado en líneas de tendencia), ajustándose al mercado objetivo y su situación al alza de la demanda. Se proyectan seis años del 2015 al 2020.

Respecto a los descensos en el precio del crudo acompañado de una baja en la demanda de este, según el informe anual de Situación Económica en Perú (Peru Economic Outlook) preparado por BBVA Research, el principal soporte del PBI en Perú continuaría siendo las actividades primarias de extracción con una aceleración pronosticada de hasta 8%. En el 2016 y 2017 se tienen proyecciones de crecimiento del sector minería e hidrocarburos del 12.5% y 8.3% respectivamente. Hidrocarburos cuenta con un crecimiento del 7.3% pronosticado para el 2017. Es importante notar que el producto también está dirigido a perforaciones de gas natural. Como se describe en capítulos posteriores, se analiza la gran oportunidad existente actual en proyectos como el de CAMISEA en Cusco.

Como expansión de proyecto, se sabe que en Colombia la construcción es un mercado con fuerte crecimiento, donde tienen un uso alto de bentonita por las grandes perforaciones que es necesario lograr en la etapa de preparación de la tierra previo a la construcción. Con miras al largo plazo se tiene como opción la expansión a este otro sector fuera del Perú, con el fin de buscar la diversificación del producto en distintos sectores y dar paso a nuevos mercados.

Muy aparte de exploraciones y explotaciones petroleras y mineras, existe también un recurso que cada año se hace más escaso mundialmente: el agua.

Actualmente las fuentes superficiales ya están siendo explotadas en grandes capacidades y de por sí ya existe escasez de agua en varios lugares del país. Existe una fuente de agua que aún no está tan explorada en el Perú: los acuíferos.

Estas fuentes de agua subterránea no cuentan actualmente con un gran control de extracción. Estas fuentes de agua se extraen mediante la perforación de pozos, cuyo método de perforación y herramienta son las mismas usadas en la perforación de pozos petroleros.

Actualmente se cuenta con una reserva confirmada de aguas subterráneas de 9 mil millones de metros cúbicos y estimada de 40 mil millones de metros cúbicos. Hasta el momento se han inventariado 27000 pozos en la costa. De estos, el 22% son tubulares, hechos con broca y por inyección de lodo de perforación. Estos pozos tienen alrededor de 50 y 100 metros de profundidad. Es acá donde se ve la oportunidad en un futuro a mediano plazo que la escasez de recursos hídricos incrementa, generando un nuevo mercado meta para el proyecto, el cual sería la perforación de nuevos proyectos de exploración de acuíferos.

Se detectó que la bentonita sódica se oferta como otros productos distintos al lodo de perforación, los más destacados son los siguientes:

- Bentonita Sódica para Pozos a Tierra
- Bentonita Sódica como Clarificador de Vino, Cerveza, etc.
- Industria Farmacéutica como absorbente, estabilizante, incremento de viscosidad.
- Alimentos de Animales como aglomerador, soporte de vitaminas y sales minerales, etc.

Los diversos productos mencionados en los distintos sectores son una opción alternativa para una posible propuesta de ampliación de planta y mercado. En el cuadro 2.8 se incluye la proyección de la demanda.

Tabla 2.8

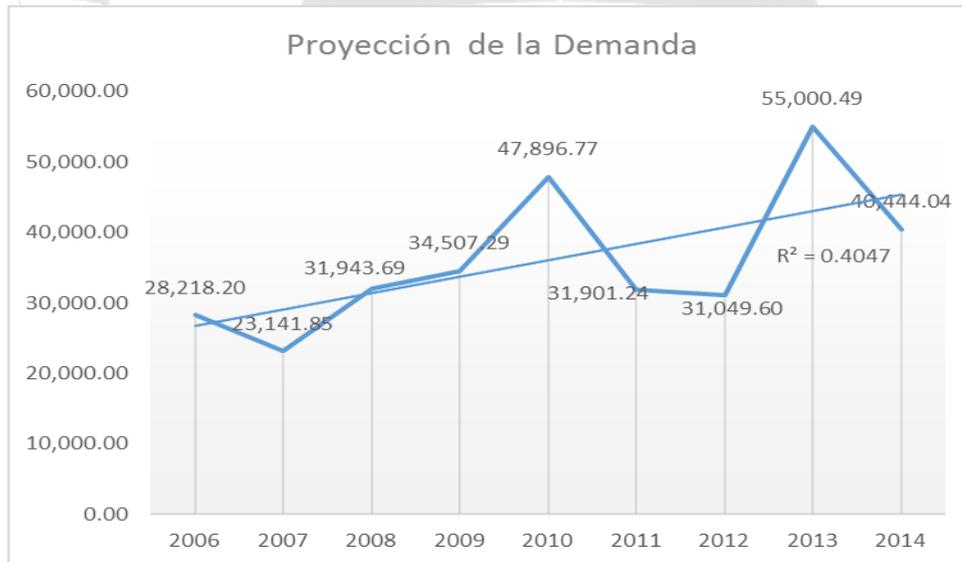
Proyección de la Demanda de Bentonita

Año	Demanda Interna Aparente (T.M.)
2006	28,218.20
2007	23,141.85
2008	31,943.69
2009	34,507.29
2010	47,896.77
2011	31,901.24
2012	31,049.60
2013	55,000.49
2014	40,444.04
Proyección de la Demanda	
2015	48,237.15
2016	51,476.71
2017	54,933.83
2018	58,623.14
2019	62,560.21
2020	66,761.69

Elaboración propia.

Figura 2.11

Proyección de la Demanda de Bentonita



Elaboración propia.

2.2.5 Consideraciones sobre la vida útil del proyecto

El proyecto se está considerando con una vida útil de cinco años, desde el 2017 hasta el 2021. Durante el ciclo de vida del proyecto se consideran que las condiciones macroeconómicas y políticas del país no tendrán cambios drásticos que pudieran poner en riesgo la ejecución del proyecto. Se tiene una alta confianza en esto debido a las

proyecciones económicas y políticas del país y a una estabilidad y crecimiento económico desde la década pasada.

Los activos de la organización que se deprecien durante la vida del proyecto se presentan en el capítulo VII y son considerados en el flujo de fondo del proyecto. Se considera también un bajo nivel de rotación de personal mediante actividades que mantengan satisfecho y motivados al personal de la planta, con reconocimientos y recompensas.

2.3 Análisis de la Oferta

2.3.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras

A la actualidad existe un número apreciable de empresas que comercializa bentonita para distintos usos, así como pequeñas mineras que extraen el mineral pero de manera informal. De estos no se cuenta con datos de producción.

Las principales empresas productoras son tres: Compañía Minera de Agregados Calcáreos SA (COMACSA), Minera Doña Herminia SA y Shougang Peru SA. En la siguiente sección se analizarán más a detalle cada una. Cabe recordar que aunque estas son las productoras, las empresas que comercializan bentonita son varias, muchas de estas con una cadena de valor pobre donde la bentonita solo se muele sin ningún tipo de estándar de calidad.

Las empresas importadoras con mayor relevancia en el mercado de bentonita para lodos de perforación son cuatro: Halliburton del Perú, Christensen Comercial SA, Sandvik del Perú y Mining Drilling Fluids Perú SA. En la siguiente sección se analizarán cada una.

La principal empresa con mayor producción es Minera Doña Herminia SA. Aunque no se tiene mucha información respecto al perfil de la empresa, se cuenta con sus cifras de producción y se conoce la ubicación de sus yacimientos y plantas: Un primer yacimiento en el departamento de Junín, provincia de Chupaca y un segundo yacimiento en el mismo departamento en la provincia de Jauja.

La segunda empresa productora es Compañía Minera Agregados Calcáreos SA. Una empresa con años de experiencia en el mercado de las arcillas, incluye la bentonita en su mezcla de productos, destinada primordialmente al sector construcción. Con más de 50 años en el mercado, procesa la bentonita dependiendo del uso al que se necesite. Produce para diversos mercados, desde cerámicos, hasta construcción y metalurgia. Su yacimiento de bentonita y planta está localizado en Piura, provincia de Paita.

Finalmente, la minera de capitales chinos, Shougang Hierro Perú SAA, produce bentonita mayormente para sus propios proyectos para las dos primeras etapas de exploración y perforación. Se observa un descenso en su producción de bentonita a lo largo de los años, principalmente debido a la elección de bentonita importada.

Los siguientes importadores conforman más de la mitad de la importación desde hace más de seis años importando bentonita para fluidos de perforación siendo los de mayor interés y análisis. Entre los importadores más representativos de los últimos cinco años se incluyen tres:

- **Halliburton del Perú**

La mayor empresa en el Perú experta en lodos de perforación. Firma norteamericana con casi un siglo de operaciones en todo el mundo, se dedica al abastecimiento de productos y servicios para el mercado energético, especialmente hidrocarburos, desde administración de pozos petrolíferos hasta gestión y manejo de pozos de perforación. Sus productos más representativos de bentonita para lodos de perforación, Baroid Quick-Gel y Quick-Gel Gold, son los más usados en el país como bentonita para lodos de perforación, productos importados también por las siguientes tres empresas.

- **Christensen Comercial SA**

Empresa dedicada a las exploraciones con diamantina, perforaciones sobre cualquier clase de roca y con gran presencia en nuestro país debido al alza en las exploraciones mineras y petroleras. Esta empresa ha ido incrementando sus

importaciones en los últimos dos años llegando a importar la mayor cantidad de bentonita en el año 2012.

- **Sandvik del Perú**

Gran minera sueca con presencia en el Perú. Proporciona herramientas y soluciones para la minería en nuestro país. También proporciona el servicio de perforaciones industriales. Sandvik tomó relevancia en la importación de bentonita a partir del año 2011, llegando a duplicar la cantidad de bentonita importada en el 2012 con más de dos mil toneladas.

Las empresas mencionadas son las principales en importación de bentonita para perforaciones industriales con más de un millón de dólares en importaciones anuales. Como se verá en la sección 2.4 es esta la principal motivación del estudio: la sustitución de la oferta de importación por producción nacional.

2.3.2 Competidores actuales y potenciales

A pesar que existen muchas empresas que importan bentonita para brindar servicios de perforación de pozos como la empresa Savia Perú, Explomin, Petrobras, GMP entre otras, son pocas las que actualmente comercializan la bentonita para las empresas que realizan la perforación de pozos petroleros, ya sean terceras o las mismas petroleras. Una de éstas es la empresa PTC SAC. Con más de 20 años en el mercado PTC SAC produce y beneficia bentonita sódica para distintas aplicaciones, como el sellado de pozos con su producto BENTOPLUG 8 y BENTOVIS MI, bentonita para lodos de perforación petrolera.

Además de PTC SAC también existe COMACSA, compañía que produce distintos tipos de arcillas para diversas aplicaciones industriales. Dentro de sus productos se encuentra la Bentonita PRF, bentonita sódica con diversas aplicaciones entre las que se encuentra lodos de perforación. Esta segunda empresa no se enfoca en clientes de la rama minera y petrolera como PTC, teniendo menor capacidad de competición que el primero.

A pesar de existir en el país productores de bentonita enfocados en aplicaciones para pozos de perforación, la importación de este material sigue siendo considerablemente grande. Esto se debe a que ninguno de los productores mencionados cumple con estándares API 13A, altamente exigido por las empresas petroleras. Con esto dichos competidores se convierten en potenciales debido al posible desarrollo de plantas de beneficio de bentonita con estándares API 13A.

Al ser un producto con un enfoque preciso con el fin de obtener el mejor producto con los estándares más demandados por las empresas petroleras mundiales, la cantidad de competidores es bastante reducida, habiendo identificado solo dos potenciales competidores.

2.4 Demanda Para el Proyecto

2.4.1 Segmentación del Mercado

La razón del alza en la importación en los últimos años se debe a la creciente demanda de lodos de perforación por el crecimiento de las operaciones de exploración petrolera y minera, apoyado por las licitaciones dadas por el estado a grandes empresas internacionales para exploración y desarrollo. Según una nota de inicios del 2015 del diario Gestión, la empresa Graña y Montero Petrolera estaría invirtiendo US\$ 80 millones anuales para desarrollo de pozos petroleros en el noroeste del país. Este es uno de los ejemplos del desarrollo de la actividad petrolera en el país.

El mercado estará segmentado, entonces, en función del rubro del negocio, en este caso industrial petrolero en la región abarcada por el Perú. Debido a que es un producto de consumo industrial y no de consumo masivo, no se considera ningún tipo de segmentación psicográfica, geográfica o demográfica.

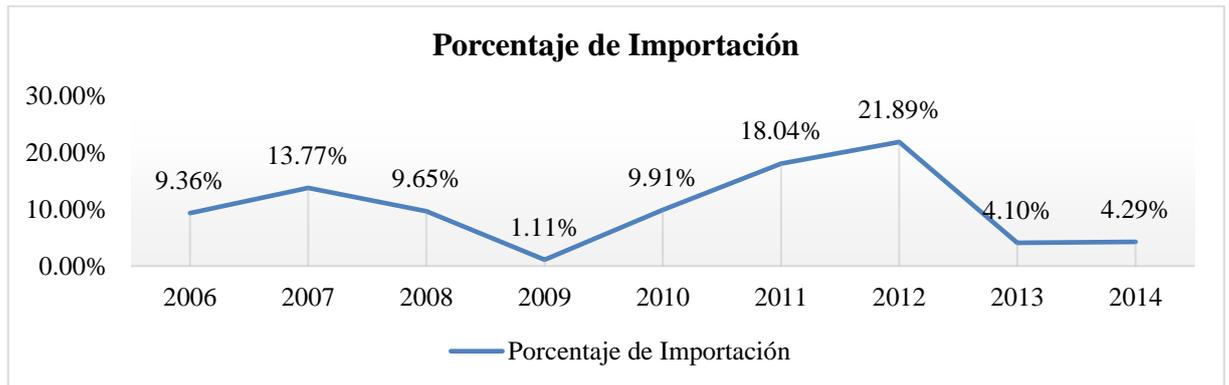
2.4.2 Selección del Mercado Meta

La demanda objetivo del presente estudio se define y será representada como todas las importaciones de bentonita para lodos de perforación, que representan aproximadamente en promedio el 70% de las importaciones totales en promedio.

Para definir el porcentaje del mercado objetivo en función de la demanda total primero se encontró el porcentaje de la demanda total histórica que es representada por las importaciones de bentonita de lodos de perforación.

Figura 2.12

Gráfico de evolución del porcentaje de bentonita importada para lodos de perforación en relación con la demanda total.



Fuente: Veritrade, (2015) y Ministerio de Energía y Minas, (2014).
Elaboración propia

Se aprecia un aumento con un comportamiento casi perfectamente lineal del 2010 al 2012, debido al incremento en la demanda de bentonita de lodos de perforación debido a su vez al incremento en exploraciones petroleras (crudo y gas natural) en la selva y mineras. Los dos últimos años hubo una menor importación del material, muy probablemente debido a stock existente y a una disminución en el 2013 en la cantidad de pozos en desarrollo (ver sección 2.2.2.1).

Para determinar el porcentaje de la demanda objetivo se considerará el promedio de los valores desde el 2006 hasta el 2014. No se realizará una regresión lineal de los últimos cuatro años debido a que en el 2012 la tendencia deja de tener una pendiente constante y una regresión lineal hasta el último año proyectado resultaría en más del 50% de la demanda total como parte del mercado objetivo, arrastrando un error cada vez mayor restándole objetividad al estudio.

La demanda objetivo del mercado proyectada será 10.23% permaneciendo en un escenario neutral promedio. Este porcentaje se haya del porcentaje promedio de

importación de bentonita para lodos de perforación en relación con la demanda total desde el año 2006 hasta el 2014 como visto en la figura 2.12. En el siguiente cuadro se muestra la demanda de mercado meta.

Tabla 2.9

Determinación de la demanda objetivo proyectada al 2021

Año	DIA (T.M.)	Participación de Mercado	Demanda Objetivo (T.M.)
2017	54,933.83	10.23%	5,621.82
2018	58,623.14	10.23%	5,999.38
2019	62,560.21	10.23%	6,402.29
2020	66,761.69	10.23%	6,832.26
2021	71,245.34	10.23%	7,288.40

Elaboración propia.

2.4.3 Demanda específica para el Proyecto

Para el cálculo de la demanda de proyecto se tomó en cuenta un factor de corrección de la demanda objetivo, determinado por la intención e intensidad de compra. Dichos datos se obtuvieron a través de una encuesta (ver Anexo 1).

En este caso se aplicaron siete encuestas a gerentes de compra, jefes de proyecto entre otros cargos de empresas relacionadas con el rubro de exploraciones mineras y petroleras.

La encuesta nos muestra que el 86% de nuestro mercado objetivo está dispuesto a comprar bentonita para lodos de perforación producida en el Perú bajo estándares internacionales de la API y Petrobras.

Ahora bien, para llevar el estudio a un nivel más preciso se planteó la pregunta 11 de la encuesta en donde se pregunta cuál sería el grado de intención de compra del producto en una escala del 1 al 10 siendo este último valor equivalente a “completamente seguro”.

Los resultados obtenidos dieron como resultado una intención de compra del 78.33%.

Una vez obtenidos los resultados de intención e intensidad de compra, se procede a calcular la demanda del proyecto. Mediante el factor de corrección de

demanda obtenido de la multiplicación de la intención de compra con la intensidad de compra se obtiene un factor igual al 67.36%.

Tabla 2.10

Proyección de demanda de proyecto

Año	Demanda Objetivo (T.M.)	% de Proyecto	Demanda del Proyecto (Kg)
2017	5,619.73	67.36%	3,785,450.99
2018	5,997.15	67.36%	4,039,678.18
2019	6,399.91	67.36%	4,310,979.03
2020	6,829.72	67.36%	4,600,500.18
2021	7,288.40	67.36%	4,909,465.28

Elaboración propia.

2.5 Definición de la Estrategia de Comercialización

2.5.1 Políticas de Comercialización y Distribución

La distribución del producto será bajo el concepto de lote económico por cada pedido movilizado vía terrestre, asumiendo y controlando los riesgos que puedan surgir en el transporte. Se buscará tercerizar el servicio de transporte debido a que los envíos serían semanales con un mínimo de 1400 bolsas de 50 kg de bentonita por envío. Se aceptarán devoluciones del producto dentro de un plazo de una semana, asegurando así la calidad, reponiendo el producto lo antes posible. La distribución es a nivel nacional, dirigido a los distintos proyectos mineros y petroleros.

La elección de la ruta de envío se elegirá una vez los pedidos hayan sido tomados y se tengan desarrollados los envíos semanales. El costo de envío se incluirá en el precio de venta.

Todo pedido se inicia con una cotización y se procede con la orden de compra. Los precios indicados en las cotizaciones pueden estar sujetos a cambios y se tendrá un tiempo de 15 días para cerrar una cotización. Para la emisión de una orden de compra se asegurará siempre de tener el stock y la disponibilidad del pedido. Si el cliente quisiera recoger desde la misma planta o enviar su propio transporte a recoger la mercancía, el precio no se modificará. El transporte y costo logístico de la bentonita a la locación que el cliente especifique (dentro del territorio peruano) estará incluido en el precio y será el servicio ofrecido como parte del producto. Para el cálculo de costo logístico se

consideró un costo de S/ 0.20 por kg de bentonita a transportar, tomando en promedio viajes de 1000 kms (esto cubriría los envíos que pueda haber a Cusco incluso) en flotas de 20 toneladas de capacidad. El resultado del costo logístico se puede ver en la tabla 7.13.

Finalmente, el almacenamiento temporal de la bentonita en sacos y 50 kilogramos que serán distribuidos debe ser cerrado, con baja humedad y a temperatura ambiente para conservar las especificaciones de calidad de la bentonita.

2.5.2 Publicidad y Promoción

Luego de realizar la encuesta se obtuvo que el 100% de los encuestados prefería una publicidad de este producto vía e-mail o a través de revistas. El 57% prefirió las revistas mientras que el restante 43% eligió el E-mail como medio de publicidad.

Luego de analizar los resultados de la encuesta se definió que la promoción del producto no será por medios masivos, pero por revistas y diarios especializados del sector petrolero y minero como Gestión, Horizonte Minero, Rumbo Minero, Revista Energiminas, Revista Minería y Energía entre otras. Anuncios de un cuarto de página en blanco y negro serán los utilizados. Con esto se trata de implementar una estrategia PULL para captar más clientes. Además de la implementación de una página web de la empresa, con la descripción de la compañía y los productos ofrecidos acompañado por testimonios de nuestros propios clientes, también se enviará vía e-mail a través de bases de datos referentes a empresas mineras y petroleras publicidad en forma de folletos electrónicos a los gerentes de compra, de operaciones y responsables de proyectos, como apoyo de marketing directo.

Así mismo se ofrecerán muestras de bentonita para captar clientes y reuniones cuando se trate de pedidos grandes para negociar un precio por volumen alto y se prevé negociar con descuentos de hasta 20% del valor del producto, para poder así facilitar el cierre de negociaciones en pedidos grandes (más de 400 toneladas de bentonita).

Se tiene planeado buscar cerrar alianzas estratégicas como proveedores de las empresas perforadoras, aumentando así nuestra exposición en el mercado.

2.5.3 Análisis de Precios

2.5.3.1 Tendencia Histórica de los Precios

El precio de la bentonita para lodos de perforación va al alza con un crecimiento promedio anual del 10% tras duplicarse luego de siete años.

Es interesante notar que si se compara la evolución del precio contra la cantidad importada se puede inferir que en el año 2008 debido a una disminución en el precio se adquirió una cantidad considerable de 3,812 toneladas de bentonita. Al año siguiente con el alza del precio, la cantidad importada fue menor de 2,000 toneladas. Se puede concluir que la gran cantidad importada se debió a una empresa acumulando stock especulando el precio.

Figura 2.13

Evolución del Precio



Elaboración propia.

2.5.3.2 Precio Actuales

A la actualidad los precios mantienen un crecimiento uniforme rondando entre los USD 0.48 y USD 0.51 el kilogramo de bentonita precio CIF. El alza constante de precios se debió principalmente a la mayor demanda de bentonita importada por contar con estándares de calidad que no contaba la bentonita nacional procesada. Cabe recordar que estos precios son referentes a bentonita sódica para pozos de perforación, debido a

que por las muchas aplicaciones que tiene la bentonita el precio varía notablemente de consumidor a consumidor.

2.5.3.3 Estrategia de precios

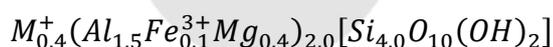
Por lanzamiento del producto se empleará una estrategia de penetración de mercado, con la finalidad de generar participación de mercado y crear alianzas estratégicas con diversos consumidores. El precio de lanzamiento será de S/ 71.00 en el primer año, posicionándose con un 20% por debajo del valor de venta promedio, para los siguientes años se aplicará un alza aproximada de 16%, teniendo un valor final S/ 74.55.

2.6 Análisis de la Disponibilidad de los insumos principales

2.6.1 Características Principales de la Materia Prima

Una bentonita es esencialmente una roca compuesta por minerales del grupo de las esmectitas. Es un mineral arcilloso de partículas finas y cristalinas derivado por la alteración química de la ceniza volcánica en el agua cuyos principales constituyentes es la montmorillonita (más del 85%). Las esmectitas son filosilicatos¹⁵ hinchables a tres capas que incorporan cationes inorgánicos y orgánicos y líquidos entre capas.

La forma estructural de la bentonita es la siguiente:



En donde M es predominantemente un catión de sodio en las bentonitas sódicas y un catión de calcio en las bentonitas cálcicas. En los cuadros 2.11 y 2.12 se pueden apreciar la composición química y mineralógica de las bentonitas respectivamente.

¹⁵ Subclase de silicatos que incluyen minerales comunes que presentan en común una forma molecular hojosa.

Tabla 2.11

Margen de la Composición Química de las Bentonitas Comerciales

Composición Química (%)	Na-bentonita	Ca-bentonita
SiO ₂	57.43 - 75.00	48.87 - 59.10
Al ₂ O ₃	11.40 - 21.00	15.21 - 24.06
Fe ₂ O ₃	0.93 - 3.50	2.37 - 5.90
MgO	0.97 - 3.34	2.57 - 5.50
CaO	0.39 - 1.00	0.30 - 4.50
Na ₂ O	1.71 - 3.40	0.03 - 0.63
K ₂ O	0.13 - 1.04	0.09 - 1.63
TiO ₂	0.11 - 0.12	0.14 - 0.69
PPI	4.72 - 14.80	8.20 - 23.58

Fuente: INGEMMET, (2015).

Elaboración propia

Tabla 2.12

Composición Mineralógica de la Bentonita en Bruto

Bentonita en bruto	
Composición Mineralógica	%
Bentonita, general	> 70-80 (>90)%
Na-bentonita	> 80% montmorillonita, < 20% cuarzo, cristobalita, feldespato, otros minerales de arcilla
Ca-bentonita	hierro, otros minerales de arcilla
hectorita, saponita	> 80% montmorillonita, < 20% talco, cuarzo, clorita
K-bentonita	50-100% montmorillonita, hasta 30% caolinita, <15% biotita, feldespato, cuarzo, pirita
Arcillas ricas en bentonita	>50% montmorillonita, < 20% caolinita, < 25% cuarzo, pirita, feldespato, carbonatos
Carbonatos	Muy menor; carbonatos están considerados como desventajosos
Propiedades fisicotécnicas	
Tamaño: contenido de grit (>40 μm)	< 5%
Tamaño: < 2 μm	> 40%
Capacidad de intercambio de cationes	70 - 150 meq/100 g; para la comparación: illita 10-50 meq/100 g, caolinita 3-15 meq/100 g
Superficie específica	300-600 m ² /g; para la comparación: illita 100 m ² /g, caolinita 25 m ² /g
Límite líquido	
Na-bentonita	Hasta 700% contenido de agua
Ca-bentonita	150-300% contenido de agua

Fuente: INGEMMET, (2009).

Elaboración propia.

2.6.2 Disponibilidad de la materia prima

Como se mencionó anteriormente, Perú es el tercer productor de bentonita en América Latina. Los depósitos de bentonitas en el Perú se encuentran distribuidos a lo largo de la franja costera e interandina, siendo el norte el lugar donde se encuentran los yacimientos más importantes por su composición alta en sodio en la capa del eoceno.

Actualmente se tiene el registro de más de 60 canteras activas de bentonita distribuidas en las regiones de Tumbes, Cajamarca, Piura, Junín e Ica. Dicha distribución se observa en la figura 2.4.

Solo en la región del norte se han señalado 55 yacimientos que no han sido estudiados completamente y se extraen solo superficialmente. En el siguiente cuadro se muestran las reservas probadas y potenciales de bentonita de la región Grau, que alberga el sur de Tumbes y el norte de Piura.

Tabla 2.13

Reservas de bentonita de la región Amotape, en la región Grau

Yacimiento	R. Probadas Probables (T.M.)	Reservas potenciales (T.M.)
Mi Vecino	144,840.00	145,080.00
Pituso Uno-Cinco	207,740.00	450,000.00
Chapica 2-14	151,080.00	340,000.00
Pituso No. 4	137,280.00	520,000.00
Quebrada Gorda	1,070,000.00	1,179,000.00
TOTAL	1,710,940.00	2,634,080.00

Fuente: Vega Farfán, J., Verdeja Gonzalez, J., Sancho Martínez, J., & García Iglesias, J., (1993).
Elaboración propia.

En el primer año del proyecto se requiere de aproximadamente 5,812.33 toneladas métricas de bentonita en bruto. Tomando solo las reservas probadas de la región Grau dicho requerimiento equivale al 0.34% de las reservas probadas totales existentes.

La disponibilidad de materia prima no representa problema alguno, debido a las ingentes cantidades de reservas de bentonita en toda la franja costera que este proyecto busca explotar para impulsar la producción nacional no metálica.

2.6.3 Costos de la materia prima

Se realizó un estudio de mercado con los posibles proveedores de la materia prima alrededor de la zona en la cual se seleccionó un proveedor. La empresa Wonder Company SAC con más de 7 años de experiencia en el rubro, cuenta con una cantera en las afueras de la ciudad de Piura. Esta cantera suministraría la bentonita sódica de alta pureza en bruto a un valor de S/. 65.00 la tonelada métrica. Esta cantera podría suplir

nuestra demanda de materia prima mensual realizando envíos de 30 toneladas por camión.



CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1 Análisis de Los Factores de Localización

Para realizar una localización de planta emplearemos el método de ranking de factores, por lo cual, se tendrán que definir los factores que serán los calificadores de cada una de las opciones elegidas. A continuación, en los siguientes cuadros se describirá cada factor según macro y micro localización y la importancia entre ellos.

Tabla 3.1

Factores de Macro Localización

Factor	Descripción
Cercanía a la materia prima	Primer factor a considerar, ya que la cercanía entre la planta productora y el proveedor de bentonita debe estar próxima para evitar reducir los costos logísticos involucrados.
Cercanía al mercado	Al igual que la cercanía a la materia prima, el factor de cercanía al mercado tiene la misma importancia, debido a que para empezar queremos céntranos en un espacio geográfico que pueda cubrir una gran cantidad de posibles clientes.
Disponibilidad de mano de obra	La disponibilidad de la población económicamente activa en las posibles alternativas es un indicador que nos brinda un campo claro. Para el proyecto la pea que necesitamos no debe ser especializada debido a que las máquinas son de fácil uso.
Suministro de energía eléctrica	El suministro de energía eléctrica es considerado nuestro tercer recurso para la producción pues es sustancial para el funcionamiento de las máquinas.
Disponibilidad de terrenos	Entender la oferta de terrenos en los diversos departamentos nos proporciona un campo claro para determinar el posicionamiento de la planta y si existe los espacios requeridos para esta.
Vías de Comunicación	Este factor nos permite analizar la situación actual de los departamentos, la cantidad de vías de acceso pavimentadas, ya sean vías nacionales o departamentales.

Elaboración propia

3.2 Posibles Ubicaciones de Acuerdo a Factores Predominantes

- **Cercanía a la materia prima**

Como se mostró el cuadro 3.1 se consideró la cercanía a la materia prima como principal factor a considerar. La importancia radica en que la bentonita debe evitar de transportarse grandes distancias sin procesar o estar dentro de un empaque cerrado por motivos de especificaciones de la arcilla y de riesgo de aumento de merma durante el transporte. Debido a esto se encontrado la cantidad de yacimientos de bentonita sódica

por departamento en el país, en el siguiente cuadro se muestran los principales yacimientos de bentonita sódica.

Tabla 3.2

Yacimientos de Bentonita Sódica en el Perú

Nombre	Región	Provincia	Distrito
Namora	Cajamarca	Cajamarca	Namora
Chira 95	Piura	Ayabaca	Suyo
Chapica 6-94	Piura	Paita	Amotape
Chapica 8	Piura	Paita	Amotape
Chapica 4-94	Piura	Paita	Amotape
Chapica 5-94	Piura	Paita	Amotape
Chapica 7-94	Piura	Paita	Amotape
Haydee Isabel	Piura	Paita	Amotape
Amotape	Piura	Paita	Amotape
San Francisco	Piura	Paita	Amotape
Mi Vecino 2	Piura	Paita	Amotape
Chapica 10	Piura	Paita	Vichayal
Chapica 12	Piura	Paita	Vichayal
Pituso mi vecino	Piura	Paita	Vichayal
Cerro Blanco	Piura	Paita	Vichayal
Vichayal	Piura	Paita	Vichayal
Cementerio	Piura	Paita	Vichayal
Mi Vecino 1	Piura	Paita	Vichayal
Pituso 1 - 5	Piura	Paita	Vichayal
Santa Lucía	Piura	Paita	Vichayal
Cinchado	Piura	Paita	Vichayal
Rocio 98 N I	Piura	Sullana	Ignacio Escudero
Rocio 98 N II	Piura	Sullana	Ignacio Escudero
Julissa B	Piura	Sullana	Ignacio Escudero
Andino uno	Piura	Sullana	Salitral
Salitral	Piura	Sullana	Salitral
Gema 2	Tumbes	Contralmirante Villar	Zorritos

Fuente: INGEMMET, (2009).

Elaboración propia

Como se aprecia en el cuadro, principalmente los yacimientos se encuentran en el departamento de Piura colocándolo como alternativa principal, de ahí por su proximidad a este departamento y poseer un yacimiento se encuentra Tumbes, por último, La Libertad no teniendo ninguno, no obstante se encuentra cerca los yacimientos de Piura.

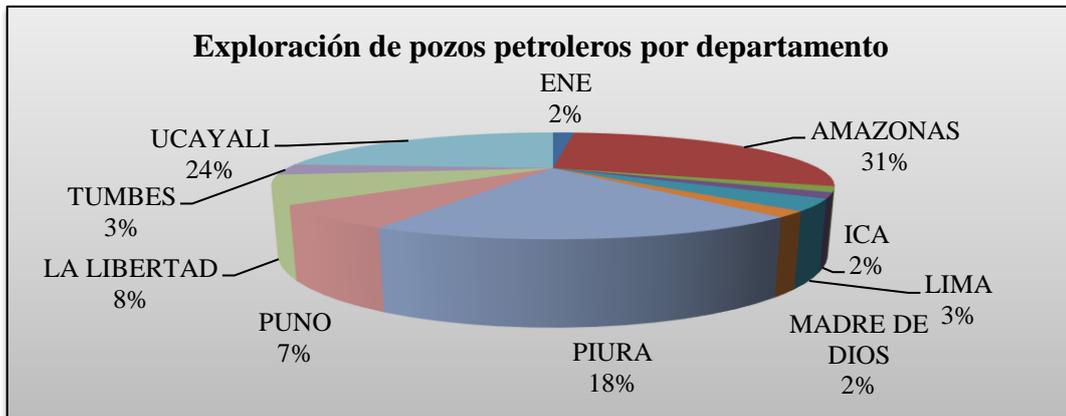
• **Cercanía al mercado**

Factor de igual importancia al de cercanía a la materia prima, sirve para evaluar la ubicación geográfica con relación a nuestros posibles clientes, entre los

departamentos seleccionados que son La Libertad, Piura y Tumbes se muestra a continuación en porcentaje la cantidad de pozos petroleros en exploración.

Figura 3.1

Exploración de Pozos Petroleros por Departamento



Fuente: PERUPETRO, (2013).
Elaboración propia

Como se aprecia en el gráfico anterior el departamento que contiene mayor cantidad de pozos en exploración es Piura con 18%, adicionalmente consideramos los pozos de La Libertad, Tumbes y Amazonas por su proximidad con Piura sumando en total un 60%, el siguiente departamento es Tumbes con 3%, sin embargo, como está próximo a Piura y Amazonas tendría un total de 52% y por último el departamento de La Libertad con un total de 8%.

- **Disponibilidad de mano de obra**

Para poder ejecutar este proyecto se necesita el principal recurso, el humano, por lo tanto, se debe considerar como indicador la cantidad de personas dispuestas a trabajar o con capacidades para trabajar, tomando en cuenta que no es necesario conocimientos de alto grado. Con esta consideración se procedió a extraer la información necesaria para el análisis, es por eso que se empleará la PEA Desempleada de los departamentos seleccionados.

Tabla 3.3

Población Económicamente Activa Desempleada según Departamento

INEI - Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones

Población económicamente activa desempleada (Personas)

AÑO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tumbes	5479	7113	6483	6102	7086	5242	4565
La Libertad	39003	35301	32188	36685	46463	42680	33875
Piura	45180	41166	32277	30411	48305	30512	25604

Fuente: Instituto de Nacional de Estadística e Informática, (2015).

Observando el cuadro de la población económicamente activa desempleada en el 2015 determinamos que La Libertad posee la mayor fuerza laboral disponible obteniendo 33875 de habitantes dispuestos a trabajar, Piura es segundo lugar con 25604 de habitantes y por ultimo tumbes con el menor ratio de 4565 de habitantes.

- **Suministros Energía Eléctrica**

El análisis de la disponibilidad de suministros de energía eléctrica es importante para determinar la localidad del proyecto, dado que el consumo de energía va a ser vital para el empleo de las maquinarias. Para evaluar este factor, se empleará el indicador del porcentaje de alumbrado eléctrico con los diversos departamentos del Perú, en el siguiente cuadro se muestran los porcentajes de alumbrado eléctrico alrededor del país.

Tabla 3.4

Alumbrado Eléctrico

HOGARES EN VIVIENDAS PARTICULARES QUE DISPONEN DE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2008-2014

Departamento	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Huancavelica	75.60%	72.50%	76.30%	82.30%	81.50%	81.40%	84.40%
Huánuco	56.80%	62.40%	67.50%	72.90%	75.00%	75.10%	79.70%
Ica	92.40%	95.60%	95.50%	97.40%	96.90%	98.10%	97.40%
Junín	84.00%	87.00%	87.20%	86.70%	87.90%	90.10%	92.00%
La Libertad	81.50%	84.50%	84.60%	88.10%	90.50%	93.50%	94.00%
Lambayeque	86.10%	90.00%	92.20%	91.90%	94.00%	96.20%	96.60%
Pasco	84.30%	84.50%	83.50%	86.30%	83.60%	83.80%	85.80%
Piura	79.50%	81.10%	84.90%	87.90%	88.40%	93.40%	94.10%
Puno	75.80%	78.40%	82.60%	81.10%	85.50%	86.70%	88.80%
San Martín	72.90%	74.50%	76.40%	80.00%	84.60%	87.80%	88.50%
Tacna	93.20%	93.60%	94.50%	96.20%	96.40%	96.40%	96.30%
Tumbes	92.70%	93.30%	95.10%	96.20%	98.00%	98.10%	98.10%
Ucayali	72.90%	77.30%	76.60%	81.00%	82.50%	83.10%	83.70%

Fuente: Instituto de Nacional de Estadística e Informática, (2015).

Como se muestra en el cuadro el departamento con mayor porcentaje de alumbrado público es Tumbes obteniendo un 98.1%, seguido de Piura con 94.1% y finalmente La Libertad con 94%.

- **Disponibilidad de terrenos**

Según lo investigado se ha encontrado que hay una mayor cantidad de oferta de terrenos industriales en el departamento de Lima, esto se debe a que tiene mayor movimiento económico que en los demás departamentos. Sin embargo, hoy en día en departamentos como Piura y Tumbes están teniendo un alza de ofertas de terrenos urbanos más que industriales. Analizando la oferta se ha encontrado que un 62% de la oferta de terrenos está en Piura, 14% en Tumbes y el 24% restante en el departamento de La Libertad.

Tabla 3.5

Oferta de Terrenos en el Norte del Perú

Piura			Tumbes			La Libertad		
Precio (PEN)	Área (m2)	P Unit (S./m2)	Precio (PEN)	Área (m2)	P Unit (S./m2)	Precio (PEN)	Área (m2)	P Unit (S./m2)
5,148,000.00	19500	264.00	200,574.00	4000	50.14	2,424,934.00	5580	434.58
1,782,000.00	45000	39.60	795,200.00	6050	131.44	2,650,000.00	11300	234.51
1,135,246.00	11320	100.29	1,888,600.00	19000	99.40	2,340,000.00	10000	234.00
3,635,395.00	14500	250.72	2,190,107.00	19000	115.27	317,575.00	1800	176.43
5,014,338.00	11422	439.01	6,781,000.00	9800	691.94	1,518,475.00	5678	267.43
2,507,169.00	7500	334.29	100,000.00	1000	100.00	1,521,792.00	5679	267.97
510,720.00	3000	170.24	3,000,000.00	10000	300.00	1,738,304.00	65000	26.74
100,000.00	10000	10.00	6,552,068.00	9800	668.58	1,671,446.00	10000	167.14
502,700.00	1050	478.76				3,844,325.00	11500	334.29
5,148,000.00	19500	264.00				1,596,000.00	3130	509.90
1,782,000.00	45000	39.60						
510,720.00	3000	170.24						
200,000.00	1000	200.00						
1,671,446.00	10000	167.14						
4,973,976.00	9730	511.20						
325,000.00	900	361.11						
1,070,561.00	1830	585.01						
3,550,000.00	10000	355.00						
964,464.00	11320	85.20						
2,340,024.00	100000	23.40						
824,023.00	7250	113.66						
342822	236.31		78650	269.60		129667	265.30	

Elaboración propia.

- **Acceso vías de transporte**

Para poder determinar el factor de vías de comunicación se obtuvo data sobre la distribución de metros lineales de vías pavimentadas considerando las carreteras nacionales que son las que integran a los departamentos y las carreteras departamentales

las que comunican las provincias de un departamento. El siguiente cuadro muestra la infraestructura vial existente según departamento en el 2014.

Tabla 3.6

Vías de Comunicación en el Perú

INFRAESTRUCTURA VIAL EXISTENTE, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2014

DEPARTAMENTO	LONGITUD TOTAL	NACIONAL			DEPARTAMENTAL			Total %
		SUB TOTAL	Pavimentada	No Pavimentada	SUB TOTAL	Pavimento	No Pavimentada	
TOTAL	16169	8213	5425	2787	7956	1132	6824	41%
La Libertad	3004	1238	624	615	1766	92	1674	44%
Lambayeque	1112	469	447	22	643	214	429	61%
Lima	3322	1751	1180	571	1571	123	1448	56%
Loreto	525	88	43	45	437	109	328	37%
Pasco	1194	587	273	313	608	34	573	52%
Piura	2259	1610	1103	507	649	171	478	79%
Puno	3790	2017	1396	621	1773	320	1453	62%
Tumbes	423	138	138	0	285	70	216	49%
Ucayali	540	314	221	93	225	0	225	58%

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, (2015).
Elaboración propia.

Evaluando el cuadro se puede determinar que el departamento que posee mayor cantidad de vías pavimentadas es el departamento de Piura con 79%, luego sigue Tumbes con un 49% y en último puesto La Libertad con un 44%.

3.3 Evaluación y Selección de Localización

3.3.1 Evaluación y Selección de la Macrolocalización

Tabla 3.7

Matriz de enfrentamiento

Factor	Cercanía a la Materia Prima	Cercanía al Mercado	Disponibilidad de Mano de Obra	Suministro de Energía Eléctrica	Disponibilidad de Terrenos	Vías de Comunicación	P	Ponderado
Cercanía a la Materia Prima	1	1	1	1	1	1	5	27.78%
Cercanía al Mercado	1	1	1	1	1	1	5	27.78%
Disponibilidad de Mano de Obra	0	0	1	1	1	1	3	16.67%
Suministro de Energía Eléctrica	0	0	1	1	1	1	3	16.67%
Disponibilidad de Terrenos	0	0	0	0	1	1	1	5.56%
Vías de Comunicación	0	0	0	0	1	1	1	5.56%
						Total:	18	100.00%

Elaboración propia

Para la evaluación y ponderación de factores se empleó la matriz de enfrentamiento, la cual se muestra en el cuadro anterior. Seguidamente se construye la matriz de ranking de factores para las calificaciones a las posibles opciones.

Tabla 3.8

Tabla de calificación

Calificación	Puntaje
1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	Muy Bueno
5	Excelente

Elaboración propia

Tabla 3.9

Ranking de factores Macro localización

Departamento		Piura		Tumbes		La Libertad	
Factor	Ponderado	Cal	P	Cal	P	Cal	P
Cercanía a la Materia Prima	28	4	112	2	56	1	28
Cercanía al Mercado	28	5	140	3	84	3	84
Disponibilidad de Mano de Obra	17	3	51	2	34	4	68
Suministro de Energía Eléctrica	17	4	68	4	68	4	68
Disponibilidad de Terrenos	6	4	24	2	12	3	18
Vías de Comunicación	6	4	24	2	12	2	12
			419		266		278

Elaboración propia

Con el enfrentamiento de ranking de factores se ha podido determinar que el departamento seleccionado para el proyecto es Piura, ya que obtuvo una calificación de 436.

3.3.2 Evaluación y Selección de la Microlocalización

Para realizar la micro localización se han considerado las provincias de Sullana, Piura y Paita a continuación se describen a mayor detalle las ubicaciones según el factor predominante.

Figura 3.2

Departamento de Piura



Fuente: MiRegion, (2010).

Tabla 3.10

Factores de Micro Localización

Factor	Descripción
Cercanía a la materia prima	Primer factor a considerar, ya que la cercanía entre la planta productora y el proveedor de bentonita debe estar próxima para evitar reducir los costos logísticos involucrados.
Disponibilidad de mano de obra	La disponibilidad de mano de obra será determinada por la población económicamente activa en las diversas provincias del departamento seleccionado, no es necesaria una mano de obra especializada, ya que las maquinas no necesitan de alto grado técnico.
Costo de m2 terreno	El precio del metro cuadrado es un factor elemental para considerar la ubicación de la planta, ya que se busca un precio razonable.
Cercanía al mercado	El factor de cercanía al mercado es considerado, debido a que para empezar queremos céntranos en un espacio geográfico que pueda cubrir una gran cantidad de posibles clientes.

Elaboración propia

Cercanía a la materia prima

Como se mostró el cuadro 3.2 se consideró la cercanía a la materia prima como principal factor a considerar para la micro localización. Debido a esto se ha encontrado la cantidad de yacimientos de bentonita sódica por departamento y provincia en el país.

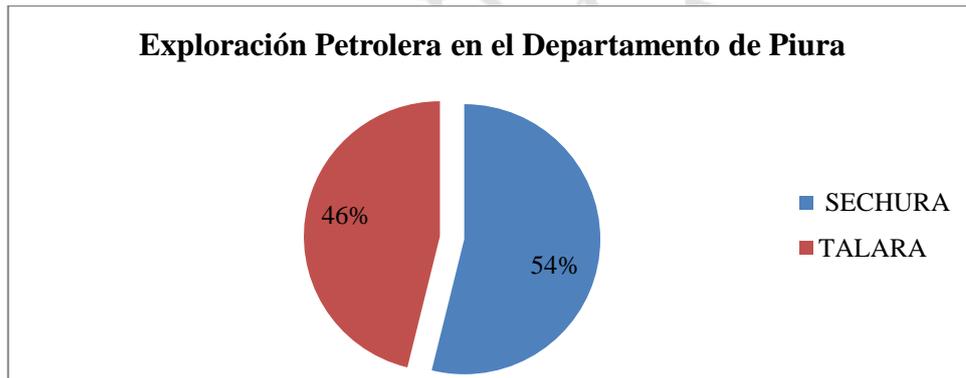
Como se aprecia la provincia con mayor cantidad de yacimientos es Paíta conteniendo un total de 19 lotes, mientras que Sullana tiene un total de 5, sin embargo Piura no posee ningún yacimiento pero por estar ubicado geográficamente en el centro del departamento se consideran los yacimientos próximos.

Cercanía al mercado

Como mercado meta es las perforaciones de pozos petroleros se ha analizado la cantidad de pozos en exploración en el departamento de Piura, en el siguiente grafico se presenta el porcentaje de pozos en exploración de total de 13 pozos.

Figura 3.3

Exploración Petrolera en el Departamento de Piura



Fuente: PERUPETRO, (2013).
Elaboración propia

La provincia de Sechura es la que posee la mayor cantidad de pozos en exploración teniendo el 54% esto significa que la provincia de Piura tiene mayor cercanía a los clientes que a comparación de Paita y Sullana que poseen la misma cantidad que serían los pozos de Talara.

Disponibilidad de mano de obra

Otro factor con importancia más baja es la mano de obra en las localidades para determinar la ubicación, se han obtenido datos de INEI con la población económicamente activa en las diversas provincias seleccionadas. A continuación se muestra el cuadro con la PEA en Piura.

Tabla 3.11

PEA en el Departamento de Piura

Provincia	PEA (Hab)
<u>Piura</u>	<u>237.887</u>
Ayabaca	36.839
Huancabamba	33.235
Morropón	50.66
<u>Paita</u>	<u>37.045</u>
<u>Sullana</u>	<u>98.431</u>
Talara	46.031
Sechura	20.106

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2015).

Elaboración propia

Según el cuadro la provincia con mayor población económicamente activa es Piura con un total 237.887 habitantes, luego sigue Sullana y por último Paita.

Costo de metros cuadrados de terrenos

Analizando el mercado de terrenos en las provincias de Piura, Paita y Sullana se determinó los siguientes precios del m²; en el siguiente cuadro se muestran los diversos precios.

Tabla 3.12

Precio del m² en Piura

Provincia	Precio del m ²		
	Mínimo	Máximo	Promedio
Piura	\$60.00	\$120.00	\$90.00
Paita	\$35.00	\$90.00	\$62.50
Sullana	\$ 40.00	\$70.00	\$55.00

Elaboración propia

La provincia con un precio más accesible de terreno es Sullana con un precio promedio de 55 \$/m², seguido de Paita con 62.50 \$/m² y Piura 90 \$/m².

Tabla 3.13

Matriz de Enfrentamiento factores Micro Localización

Factor	Cercanía a la Materia Prima	Cercanía al Mercado	Disponibilidad de Mano de Obra	Costo de M2 de Terreno	Puntaje	Ponderado
Cercanía a la Materia Prima		1	1	1	3	43%
Cercanía al Mercado	0		1	1	2	29%
Disponibilidad de Mano de Obra	0	0		1	1	14%
Costo de M2 de Terreno	0	0	1		1	14%
Total:						100%

Elaboración propia

Tabla 3.14

Ranking de Factores Micro Localización

Factor	Ponderado	Piura		Paíta		Sullana	
		Cal	P	Cal	P	Cal	P
Cercanía a la Materia Prima	42.9	3	129	4	171.44	4	171.44
Cercanía al Mercado	28.6	5	143	3	85.71	3	85.71
Disponibilidad de Mano de Obra	14.3	5	71	2	28.58	3	42.87
Costo de M2 de Terreno	14.3	3	43	4	57.16	4	57.16
		<u>386</u>			342.89		357.18

Elaboración propia

Dado a que el puntaje mayor fue obtenido por la Provincia de Piura en Piura con un total de 386, se optará por realizar el proyecto de planta procesadora de bentonita para pozos industriales en esta región.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1 Relación Tamaño – Mercado

La capacidad de producción de la planta se ve limitada por el tamaño del mercado, es decir, la demanda del bien a producir. En el siguiente cuadro se observa la demanda de proyecto estimada hasta el año 2021.

Tabla 4.1

Demanda de Proyecto

Año	Demanda (Kg)
2016	3,547,222.96
2017	3,758,450.99
2018	4,039,678.18
2019	4,310,979.03
2020	4,600,500.18
2021	4,909,465.28

Elaboración propia.

La Relación Tamaño Mercado es de 4,909,465.28 Kg/Año que viene a ser la demanda proyectada del último año (2021), este factor podría limitar la capacidad de producción de la planta, un factor crucial a tomar en cuenta para no generar una sobreproducción.

4.2 Relación Tamaño - Recursos Productivos

Como ya se mencionó anteriormente, Perú es el tercer productor de bentonita en América Latina, significando una gran ventaja en la obtención de materia prima. Como ya se mostró en el punto 2.6.2 se conocen las reservas probadas y las potenciales en el norte del Perú. En el cuadro 2.13 se pueden apreciar las reservas existentes a la fecha.

Considerando la demanda de proyecto en los 5 años de duración de este empezando en el 2017, el requerimiento aproximado total de bentonita en bruto tras tomar en cuenta un 35.33% en merma estimado, es de 30,663 TM. Esta cantidad representa menos del 0.80% del total de las reservas probadas de bentonita sódica en el

norte, que suman 3,421,880 TM. Con esto se concluye que la disponibilidad de materia prima no es una limitante para el proyecto.

4.3 Relación Tamaño-Tecnología

La tecnología es un factor considerable en el presente proyecto. Las máquinas y el alto grado de automatización hacen necesario el hecho de calcular el factor limitante de la maquinaria.

Para determinar la relación Tamaño – Tecnología se analizará la capacidad de planta. Se obtuvo en un análisis que la capacidad de la planta es de 5,022 toneladas métricas de bentonita procesada anual, dada por el molino de bolas que es el cuello de botella de la operación.

$$\text{Tamaño – Tecnología} = \frac{\text{Cap.Planta}}{(U \times E)} = \frac{5,022}{(0.95 \times 0.8)} = 6,607 \text{ T.M./Año}$$

4.4 Relación Tamaño – Inversión

La inversión total proyectada asciende a un total de S/. 6,876,867.02. Tras realizar un el siguiente cuadro comparativo de los diversos niveles de capacidad instalada contra la inversión requerida, dado estos escenarios se determinó que el segundo tamaño (partiendo desde la capacidad instala basada en la demanda) sufre la mayor reducción versus el tamaño anterior en lo que es el índice de inversión sobre capacidad instalada.

Tamaño (T)	Producción (Q/ TM-año)	Inversión (I) S/.	Índice (I/Q) S/. Por TM cap. inst.	Cambio Porcentual
T1	4,909	6,876,867	1,401	
T2	9,818	7,613,217	775	-45%
T3	14,727	8,349,567	567	-27%
T4	19,636	9,085,917	463	-18%
T5	24,545	9,822,267	400	-14%

Elaboración propia.

4.5 Relación Tamaño – Punto de Equilibrio

Para hallar el punto de equilibrio se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{CF}{Pv - Cv}$$

Donde CF son los costos fijos, Pv simboliza el precio de venta unitario y Cv es el costo variable unitario.

Con los datos calculados se determinó un costo fijo de S/. 1, 122,282 y un total de gastos fijos de S/. 1,388,205. El margen de contribución, determinado por la diferencia entre el precio de venta y el costo variable unitario da un total de S/. 42.18 por bolsa con lo que se obtiene un punto de equilibrio de 59,519 bolsas de 50 kg de bentonita.

4.6 Selección del Tamaño de Planta

Evaluando el tamaño de planta se ha decidido que será de acuerdo a la gráfica

Tabla 4.2

Elección del Tamaño de Planta

Relación	Tamaño
Relación Tamaño – Mercado	4,909,465.28 Kg
Relación Tamaño – Recursos Productivos	3,421,880,000.00 Kg
Relación Tamaño – Tecnología	6,607,000.00 Kg
Relación Tamaño – Inversión	9,818,000.00 Kg
Relación Tamaño – Punto de Equilibrio	2,975,950 Kg

Elaboración propia.

El tamaño de planta finalmente es de 4,909,465.28 kg de bentonita.

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1 Definición técnica del producto

5.1.1 Especificaciones técnicas del producto

Producto: Bentonita grado API de alto rendimiento para perforaciones industriales.

Arcilla de grano muy fino de tipo montmorillonita con diversas aplicaciones especialmente para lodos de perforación en base agua. Cuenta con características especiales que son regidas según el estándar API Spec 13A. El porcentaje de montmorillonita sódica debe ser mayor a 80%, siguiendo una cantidad entre 5 y 10% de cuarzo y finalmente otros componentes. A continuación, se muestran las características de la bentonita según las especificaciones API.

Se exponen las características físicas en el siguiente cuadro, resumiendo la misma información pertinente a las especificaciones técnicas encontrada en el cuadro 1.1.

Tabla 5.1

Características físicas

Requerimiento	Estándar
Propiedades en suspensión	
Lectura del viscosímetro a 600 RPM	Mínimo 30 minutos
Ratio YP/PV ¹⁶	Máximo 3
Volumen de filtrado	Máximo 15 ml
Residuo de partícula de diámetro mayor a 75 µm	Máximo 4%
Viscosidad MARSH (sec)	60
Humedad	7.50%
pH	7.5 - 8.5

Fuente: API Spec 13A, (2015).

Elaboración propia.

¹⁶ Ratio obtenido a partir de las medidas de viscosidad a 300 y 600 RPM. PV = 600 dial – 300 dial; YP = 300 dial – PV. Es usado como referencia en medidas de viscosidad. Demás requerimiento se encuentran explicados en página 8.

El envase debe ser en bolsas de polipropileno tejido en presentaciones de 50x70cm con capacidad de 50 kilogramos. Almacenado al aire libre en un ambiente con baja humedad preferiblemente.

5.1.2 Composición del producto

Como se observa en la siguiente tabla, el producto debe tener una composición fundamentalmente de montmorillonita (80%+).

Tabla 5.2

Análisis químico API

Compuesto	Contenido (%)
SiO ₂	59.22
Al ₂ O ₃	19.18
TiO ₂	0.13
Fe ₂ O ₃	5.69
MgO	2.49
CaO	2.34
Na ₂ O	1.89
K ₂ O	0.62
MnO	0.13
P ₂ O ₅	0.01
L.O.I ¹⁷	7.55

Fuente: API Specs 13A, (2015).
Elaboración propia.

Además de los materiales de humedad y volátiles (LOI) se considera una cantidad menor a 0.5% de SPA y 0.15% de PHPA¹⁸ agregados en el proceso productivo. La bentonita está empacada en bolsas de polipropileno de 50 Kg de capacidad.

5.1.3 Diseño gráfico del producto

El producto es una arcilla en pulverizada en partículas de 75 micras de espesor. Dicho producto tendrá una presentación principal en bolsas de polipropileno de 50 Kg de capacidad y medidas de 50cm x 70cm x 10cm donde figura el logo de la empresa, el

¹⁷ L.O.I., también conocido como pérdida por ignición, es un tipo de prueba aplicado para identificar componentes volátiles. En este caso LOI representa componentes volátiles de la familia de los pirofosfatos orgánicos.

¹⁸ SPA, o Poliácridato de Sodio, es un componente formado a partir de sal de sodio y ácido poliácrido. Es usado para aumentar la capacidad de absorción de la bentonita, aumentando su rendimiento por volumen. PHPA, o Poliácridamida Parcialmente Hidratada por sus siglas en inglés, incrementa la viscosidad y capacidad de captación de líquidos de la bentonita, contribuyendo al aumento de su rendimiento.

nombre y logo del producto, el lema comercial de la marca y la capacidad de la bolsa. La parte posterior tendrá las especificaciones técnicas del producto, el logo de la empresa y de la marca y el sello de especificación API.

Figura 5.1

Diseño Gráfico de Presentación Principal de Producto



Elaboración propia.

5.1.4 Regulaciones técnicas al producto

Si bien no existe una norma técnica peruana para la bentonita para aplicaciones en perforaciones petroleras o incluso para lodos de perforación en base agua, existen distintas instituciones que regulan el uso y los posibles daños a la salud y el medio ambiente del uso de bentonita en perforaciones petroleras. La organización inglesa Chemical Industries Association representa todos los negocios químicos y farmacéuticos en el Reino Unido cuyos estándares y mejores prácticas son relevantes a nivel de la Unión Europea. Una de sus subsidiarias, REACHReady provee soporte a las regulaciones impuestas por dicha organización, conocidas como las regulaciones REACH.

Para el uso de bentonita, esta organización cuenta con las regulaciones EG 1907/2006, EG 1272/2008 y EU 453/2010, esta última a nivel de la Unión Europea. El presente proyecto tomará en cuenta las regulaciones REACH presentadas.

Uno de los puntos resaltantes de esta regulación es que considera que la bentonita con una proporción menor a 10% en sílica cristalina no representa ningún peligro. Además, clasifica la bentonita como un material no tóxico, no irritante a la piel y sin efectos en madres gestantes y fetos. No existen restricciones respecto al transporte de este material pero se sugiere un empaque sellado para limitar el escape de polvo. Incluye también una tabla con los niveles máximos de exposición humana estipulados por la OSHA (Administración de Salud y Seguridad Ocupacional por sus siglas en inglés) y la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer por sus siglas en inglés).

5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida

Los procesos básicos de beneficiación de bentonita se limitan al uso de molinos y secadores para pulverizar y reducir la humedad de la bentonita. Sin embargo, esta bentonita no cumple con los estándares API. En el presente proyecto se busca producir bentonita de alto rendimiento que cumpla con dichos estándares. A continuación, se detalla el tipo de tecnología requerida.

5.2.1.1 Descripción de la tecnología existente

En el mercado actualmente existe tecnología capaz de procesar bentonita y beneficiarla. Desde los años 1970 a 1980 hubo mejoras en la tecnología requerida, debido a la crisis energética, necesitando una mayor calidad y menor consumo de los materiales requeridos para las perforaciones de pozos petroleros.

Desde molinos de bolas y de rodillos hasta clarificadores y decantadores, pasando por filtros y secadores, la tecnología para este proceso actualmente se encuentra disponible en grandes cantidades y a precios que muchas veces son menores a los USD 10,000. Siendo tecnología semi-automática y en muchos casos

completamente automatizada. En el presente proyecto la maquinaria a usar será automática, con operarios que inspeccionarán el correcto funcionamiento de algunas máquinas, a excepción de la ensacadora que será semi-automática

5.2.1.2 Selección de la tecnología

A continuación, se describe la tecnología seleccionada para el presente proyecto.

- Trituradora de mandíbulas y cónica: Estas máquinas se utilizan al inicio del proceso para reducir el tamaño de las piedras de bentonita a partículas de unos pocos milímetros de diámetro para que pueda ingresar más fácilmente al siguiente proceso.
- Extrusor de tornillo Auger: Esta máquina extruye la bentonita a una humedad de 20% a 30% mediante un tornillo y una boquilla de 4x8 pulgadas aproximadamente. La razón de esta máquina comúnmente no usada en procesos de beneficiación de bentonita es que se ha demostrado que el sometimiento de las partículas de bentonita a presiones grandes, aumenta sus capacidades de absorción y viscosidad, cumpliendo con los estándares API (ver 5.1.1). La humedad se requiere para que pueda haber un flujo constante de bentonita.
- Molinos de bolas: Esta trituradora se utiliza para lograr el tamaño deseado de partícula.
- Tamizadora: Un tamiz de escala Tyler #200 MESH se usa para obtener partículas de bentonita donde menos del 4% son mayores a 75 micrómetros de diámetro.
- Sedimentador: Con el objeto de aumentar los contenidos de montmorillonita a más del 80% y reducir los contenidos de cuarzo se utilizan tanques sedimentadores adicionando un dispersante separando así el cuarzo y otros minerales no deseados.
- Hidrociclón centrífugo: Luego del sedimentador el lodo debe ser separado entre bentonita húmeda (40% de humedad) y el agua que va a recircular (se pierde 6% de agua en la parte sedimentada).
- Secador rotatorio: Para lograr la humedad deseada de 7.5%, se utiliza un horno rotatorio a una temperatura de 110 °C.
- Ensayadora: Finalmente la bentonita es ensacada en sacos de 50 kg.

Otras máquinas:

- Bomba centrífuga: Con la finalidad de mover los lodos del material suspendido en el sedimentador hacia el hidrociclón, se utiliza una bomba. Así mismo para mover el agua de entrada hacia el sedimentador y el agua recirculada.
- Dosificador: En el proceso de sedimentado para agregar el hexametáfosfato de sodio (1% respecto al peso de bentonita entrante) se utiliza esta máquina. También en la entrada del horno rotatorio para agregar los aditivos que le darán las propiedades de alto rendimiento a la bentonita.
- Faja transportadora: Para mover la bentonita cuando tiene bajos contenidos de humedad.
- Transportador de tornillo: Máquina usada para mover la bentonita con altos contenidos de humedad.

5.2.2 Proceso de producción

5.2.2.1 Descripción del proceso

El proceso inicia con la descarga de la bentonita en bruto en el área de descargas de la planta. Un minicargador recoge la bentonita y transporta las piedras de bentonita hacia la trituradora de mandíbulas (dado que la bentonita tiene una dureza Mohs blanda, este tipo de trituradora es el más usado en procesos de bentonita) (XSM Mining and Construction, 2011), donde es triturada y reducida a partículas de pocos centímetros de diámetro. Luego es llevado mediante una faja transportadora a la segunda etapa de trituración donde en una trituradora cónica es reducida a un diámetro de unos pocos milímetros. Esta etapa de trituración tiene una merma del 0.1%. Posteriormente se dirige a través de una faja transportadora al extrusor de tornillo tipo Auger. La bentonita es extruida a la capacidad requerida donde sale por una boquilla de 4x8 pulgadas. A la salida del extrusor una guillotina va cortando la bentonita saliente para aumentar el área superficial de esta. Luego la bentonita es llevada a un molino de bolas donde se muele en partículas muy finas de menos de 100 micrómetros de diámetro. Es aquí en donde se le dará una de las características requeridas: el tamaño de partícula menor a 75 micrómetros. Luego es transportado por una faja a un tamiz vibratorio de tres niveles de tamaño Tyler #200. Aquí existe una pequeña merma de 0.1% en forma de polvo. Luego es transportado al sedimentador. En esta fase la bentonita contiene aproximadamente

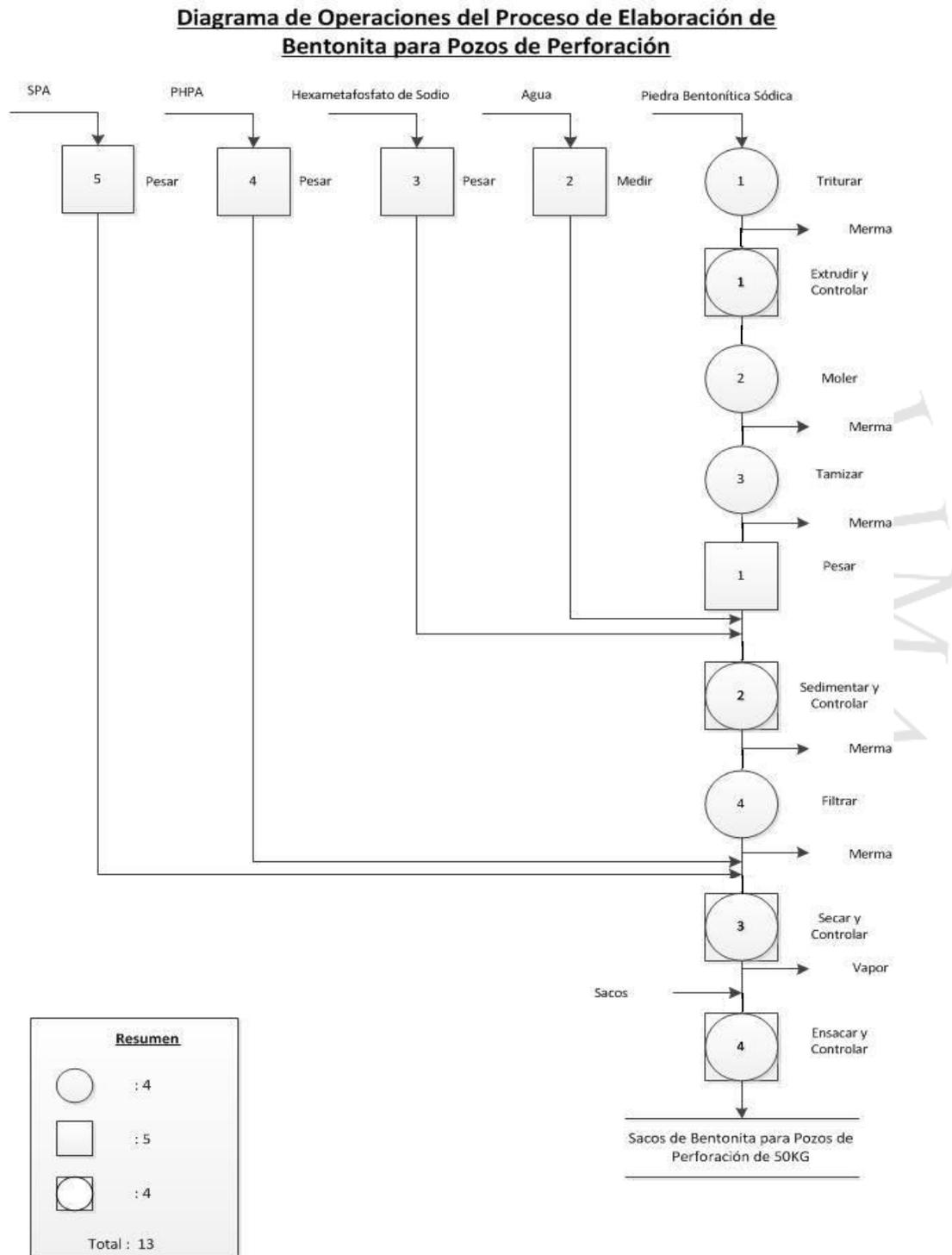
entre 20% y 30% de humedad. El sedimentador debe tener una relación bentonita – agua de 1:2. Se le agrega también un dispersante, cuya proporción es de 1% respecto al peso de la bentonita entrante. El agente dispersante es hexametáfosfato de sodio que ingresa mediante un dosificador. El agua ingresa mediante una bomba. La bentonita es mezclada con el agua y el dispersante a unas 300 RPM por unos 5 minutos. Luego se deja sedimentar por unos 7 minutos. Posteriormente el sedimentado es retirado llevándose 6% de agua y 20% de material inicial de bentonita. Una bomba de lodos transporta la suspensión hacia el filtro hidrociclón donde el agua (licor) retorna como reflujo al sedimentador y el restante es la bentonita húmeda (se considera humedad constante de 20%). Cabe resaltar que el proceso del sedimentado es continuo realizado de manera alternante entre dos sedimentadores operado por válvulas. Luego un transportador de tornillo lleva la bentonita al horno rotatorio para el secado. Hasta este punto las propiedades y estándares API han sido conseguidos, faltando la humedad que será corregida en el secado. A la entrada del secador mediante un dosificador se ingresan los aditivos que le proporcionarán las características de alto rendimiento a la bentonita de 220 barriles por tonelada de bentonita. Respecto al peso de la bentonita inicial se hace ingresar 0.15% de PHPA (polímero poliacrilamida parcialmente hidrolizada) y 0.6% de SPA (Poliacrilato de sodio de alto peso molecular). Controlando la temperatura media del horno a 110 °C se obtiene la bentonita de alto rendimiento con una humedad de 7.5% cumpliendo con los estándares API de bentonita para lodos de perforación base agua. Finalmente se ensaca en sacos de 50 kg y se deja listo en la zona de despacho.

En los anexos se provee de un experimento realizado en los laboratorios de la Universidad de Lima simulando la sección de molienda del proceso.

5.2.2.2 Diagrama de Procesos: DOP

Figura 5.2

Diagrama de Operaciones del Proceso de Bentonita de Alto Rendimiento para Perforaciones Industriales grado API

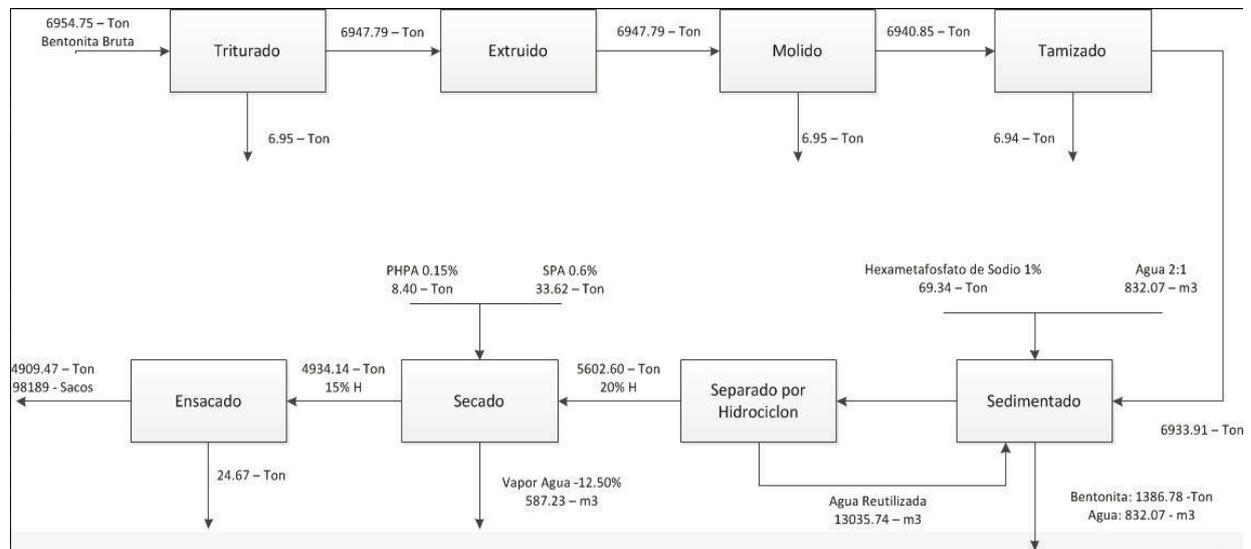


Elaboración propia.

5.2.2.3 Balance de materia: Diagrama de bloques y Diagrama de Flujo

Figura 5.3

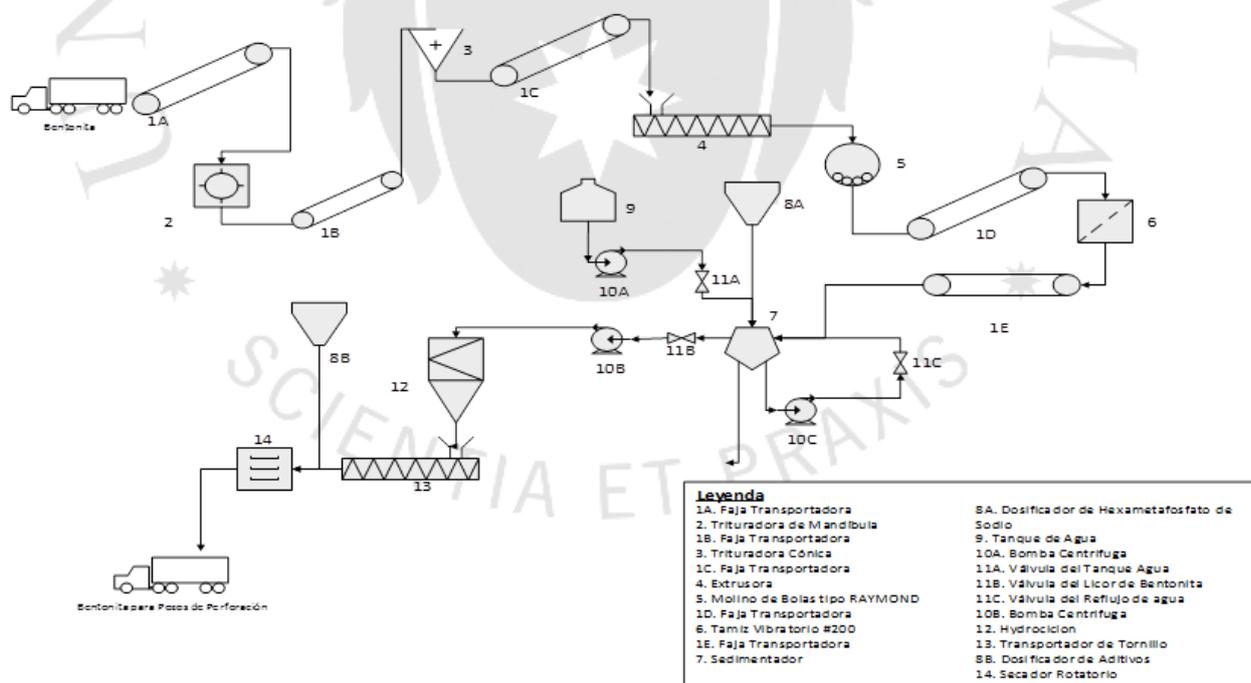
Diagrama de Bloques del Proceso de Elaboración de Bentonita para Lodos de Perforación



Elaboración propia.

Figura 5.4

Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Bentonita para Lodos de Perforación



Elaboración propia.

5.3 Características de las instalaciones y equipo

5.3.1 Selección de la maquinaria y equipo

La maquinaria seleccionada se encuentra en función de los parámetros de producción. Se encontró gran diversidad de maquinaria, la mayoría proveniente de China de acuerdo al capítulo 5.2.1. Cada maquinaria ha sido cotizada a medida de nuestros requerimientos directamente con representantes de distintas empresas en China. Las cotizaciones se incluyen en anexos.

5.3.2 Especificaciones de la maquinaria

A continuación, se detalla cada máquina y sus especificaciones técnicas de acuerdo al requerimiento de producción.

Tabla 5.3

Trituradora de Mandíbula

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
Ficha N°: 001	
Nombre: Triturador de Mandíbula	
Modelo: Pe - 500*750	
Marca: Xuanshi Machinery Co. Ltd.	
Datos técnicos:	
Capacidad Max (TM/h): 45	
Material: Acero inoxidable	
Potencia (Kw): 55	
Precio (S/.): 81,650.00	
Dimensiones generales:	
Largo (mm): 2035	
Ancho(mm): 1921	
Altura(mm): 2000	

Fuente: Xuanshi Machinery, (2016).

Elaboración propia.

Tabla 5.4

Trituradora Cónica

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
<p>Ficha N°: 002 Nombre: Triturador Cónica Modelo: PYZ-900 Marca: Xuanshi Machinery Co. Ltd. Datos técnicos:</p> <p style="padding-left: 150px;">Capacidad Max (TM/h): 42.5 Material: Acero inoxidable Potencia (Kw): 55 Precio (S/.): 152,650.00</p> <p>Dimensiones generales:</p> <p style="padding-left: 150px;">Largo (mm):3050 Ancho(mm):1640 Altura(mm):2350</p>	

Fuente: Xuanshi Machinery, (2016).

Elaboración propia.

Tabla 5.5

Extrusora de tornillo tipo Auger

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
<p>Ficha N°: 003 Nombre: Auger Machine De-Airing Extruder Marca: Sinoshine Modelo: TC250 Datos técnicos:</p> <p style="padding-left: 150px;">Capacidad Min(TM/h): 1 Capacidad Max(TM/h): 4 Humedad: 18 – 24% Potencia (Kw): 30 Precio (S/.): 53,250.00</p> <p>Dimensiones generales:</p> <p style="padding-left: 150px;">Largo (mm): 5180 Ancho(mm): 880 Altura (mm): 980</p>	

Fuente: Xuanshi Machinery, (2016).

Elaboración propia.

Tabla 5.6

Molino de Bolas

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
<p>Ficha N°: 004 Nombre: Molino de Bolas Serie: HGM4528 Marca: Xuanshi Machinery Co. Ltd. Datos técnicos:</p> <p style="padding-left: 40px;">Capacidad mínima (TM/h): 2.8 Capacidad máxima (TM/h): 10 Volumen Efectivo: 4.5 m³ Potencia (Kw): 75 Precio (S/.): 198,800.00</p> <p>Dimensiones generales:</p> <p style="padding-left: 40px;">Diámetro (mm): 1280 Altura (mm): 210</p>	

Fuente: Xuanshi Machinery, (2016).

Elaboración propia.

Tabla 5.7

Tamiz vibratorio

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
<p>Ficha N°: 005 Nombre: Tamiz Vibratorio Modelo: 2YZ1548 Marca: Xuanshi Machinery Co. Ltd. Datos técnicos:</p> <p style="padding-left: 40px;">Material: Acero Inoxidable Capacidad(TM/h): 150 Malla (Mesh): 200 Potencia (Kw): 15 Precio (S/.): 32,518.00</p> <p>Dimensiones generales:</p> <p style="padding-left: 40px;">Largo (mm): 1500 Ancho(mm): 4800</p>	

Fuente: Xuanshi Machinery, (2016).

Elaboración propia.

Tabla 5.8
Separador de Flotación (Sedimentador)

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
<p>Ficha N°: 006 Nombre: Separador de flotación Modelo: SF1.2 Marca: Henan Lanji Machinery Manufacturing Co., Ltd. Datos técnicos:</p> <p style="padding-left: 40px;"> Capacidad Min (m3/h): 36 Capacidad Max (m3/h): 72 Velocidad(Rpm): 150 - 250 Potencia (Kw): 1.1 Precio (S/.): 14,129.00</p> <p>Dimensiones generales:</p> <p style="padding-left: 40px;"> Largo (mm): 1100 Ancho(mm): 1100 Altura (mm): 1100</p>	

Fuente: Henan Lanji Machinery, (2016).
Elaboración propia.

Tabla 5.9
Hidrociclón centrífugo

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
<p>Ficha N°: 007 Nombre: Hidrociclón Modelo: XC III 250 Marca: Shandong Xinhai Mining Technology Y Equipment Inc. Datos técnicos:</p> <p style="padding-left: 40px;"> Capacidad(TM/h): 12 Presión de Alimentación (MPa): 0.06 – 0.15 Potencia (Kw): 11 Precio (S/.): 5,417.30</p> <p>Dimensiones generales:</p> <p style="padding-left: 40px;"> Largo (mm): 730 Ancho(mm): 480 Altura (mm): 490</p>	

Fuente: Shandong Xinhai Mining technology, (2016).
Elaboración propia.

Tabla 5.10

Horno Rotatorio

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
<p>Ficha N°: 008 Nombre: Horno Rotatorio Modelo: 1.5x15m Marca: Xuanshi Machinery Co. Ltd. Datos técnicos:</p>	
	<p>Capacidad Min(t/h): 7 Capacidad Max(t/h): 12 Temperatura Media (C°) 80-120 Potencia (Kw): 18 Precio (S/.): 122,830.00</p>
<p>Dimensiones generales:</p>	
	<p>Largo (mm): 15000 Diámetro (mm): 1500</p>
	

Fuente: Xuanshi Machinery, (2016).

Elaboración propia.

Tabla 5.11

Faja Transportadora

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
<p>Ficha N°: 009 Nombre: Faja Transportadora Modelo: 1#B650x15M Marca: Xuanshi Machinery Co. Ltd. Datos técnicos:</p>	
	<p>Potencia (Kw): 1.5 Angulo : 15° - 45° Precio Total (S/.): 14,200.00</p>
<p>Dimensiones generales:</p>	
	<p>Largo (mm): 5000 Ancho(mm): 400 Altura (mm): 1000 - 2000</p>
	

Fuente: Xuanshi Machinery, (2016).

Elaboración propia.

Tabla 5.12

Ensacadora

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
<p>Ficha N°: 010 Nombre: Ensacadora Marca: Goflying Datos técnicos:</p> <p style="padding-left: 40px;">Capacidad (t/h): 5 Presentaciones (kg) 20 - 50 Potencia (Kw): 8 Precio (S/.): 14,200.00</p> <p>Dimensiones generales:</p> <p style="padding-left: 40px;">Largo (mm): 1340 Ancho(mm): 580 Altura (mm): 1320</p>	

Fuente: Goflying, (2016).
 Elaboración propia.

Tabla 5.13

Bomba de lodos

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
<p>Ficha N°: 011 Nombre: Bomba Centrifuga de Lodos Modelo: XPA50/50 Marca: Shandong Xinhai Mining Technology & Equipment Inc. Datos técnicos:</p> <p style="padding-left: 40px;">Capacidad Min(m3/h): 30 Potencia (Kw): 22 Precio (S/.): 11,104.40</p> <p>Dimensiones generales:</p> <p style="padding-left: 40px;">Largo (mm): 725 Ancho(mm): 482 Altura (mm): 491</p>	

Fuente: Shandong Xinhai Mining Technology, (2016).
 Elaboración propia.

Tabla 5.14

Traspaleta Manual

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
Ficha N°: 012	
Nombre: Traspaleta Manual	
Marca: Meilin	
Datos técnicos:	
Capacidad Min(t): 3 Precio (S/.): 1,026.00	
Dimensiones generales:	
Largo (mm): 1200 Ancho(mm): 685 Elevación Altura (mm): 200	

Fuente: Meilin Co LTD, (2016).

Elaboración propia.

Tabla 5.15

Alimentador Vibratorio

Ficha descriptiva de máquina y equipo	
Ficha N°: 013	
Nombre: Alimentador Vibratorio	
Modelo: ZSW-850*3000	
Marca: Xuanshi Machinery Co. Ltd.	
Datos técnicos:	
Capacidad Min(TM/h): 100 Potencia (Kw): 7.5 Precio (S/.): 23,430.00	
Dimensiones generales:	
Largo (mm): 3080 Ancho(mm): 1548 Altura (mm): 1080	

Fuente: Xuanshi Machinery, (2016).

Elaboración propia.

5.4 Capacidad Instalada

5.4.1 Cálculo de la capacidad instalada

Para poder calcular la capacidad instalada primero se tomó en cuenta la capacidad de procesamiento de cada máquina. Luego se procedió a calcular por medio de una matriz de capacidad instalada tomando en cuenta 1 turno, 5 días a la semana, 52 semanas por año, 8 horas por turno con una eficiencia de 0.8 de las máquinas.

A continuación, se muestra el resultado del cálculo.

Tabla 5.16

Matriz de cálculo de Capacidad de Planta

Operación	Cantidad de entrada	Unidades	Capacidad ton/h	# Máquinas	Horas/año	Factor Eficiencia	Factor Utilización	Capacidad de Producción TM	Factor de Conversión	Capacidad Real (TM)
Triturado	6,955	TM	42.5	1	2080	0.8	0.95	67,184	0.71	47,665
Extrudir	6,948	TM	2.5	2	2080	0.8	0.95	7,904	0.71	5,613
Molido	6,948	TM	6.4	1	2080	0.8	0.95	10,117	0.71	7,185
Tamizar	6,941	TM	150	1	2080	0.8	0.95	237,120	0.71	168,565
Sedimentar	20,871	TM	15	2	2080	0.8	0.95	47,424	0.24	11,212
Filtrar	18,638	TM	12	1	2080	0.8	0.95	18,970	0.26	5,022
Secar	5,603	TM	9.5	1	2080	0.8	0.95	15,018	0.88	13,226
Ensacar	4,934	TM	5	1	2080	0.8	0.95	7,904	1	7,904

Elaboración propia.

Capacidad Instalada Anual: **5,022 toneladas métricas de bentonita procesada**

La capacidad de planta está dada por el hidrociclón en la etapa de filtrado, debido a que es la operación cuello de botella con una tasa de procesamiento de 5,022 TM de bentonita por año.

5.4.2 Cálculo detallado del número de máquinas requeridas

A continuación, se detallan la matriz usada para calcular el número de máquinas y el resultado de máquinas por cada proceso.

Tabla 5.17

Matriz de Cálculo de Número de Máquinas

Operación	Cantidad anual a procesar	Unidades	Capacidad de máquina	Unidades	# Máquinas Teórico	# Máquina Real
Triturado ¹⁹	6,955	Ton Masa de Bentonita	42.5	Ton/hora	0.104	1
Extrudir	6,948	Ton Bentonita triturada	2.5	Ton/hora	1.758	2
Molido	6,948	Ton Bentonita triturada	6.4	Ton/hora	0.687	1
Tamizar	6,941	Ton Bentonita en Polvo	150	Ton/hora	0.029	1
Sedimentar	20,871	Ton Bentonita en Polvo	15	Ton/hora	0.880	2
Filtrar	18,638	Licor de Bentonita	12	Ton/hora	0.983	1
Secar	5,603	Ton Bentonita	9.5	Ton/hora	0.373	1
Ensacar	4,934	Ton Bentonita	30	Ton/hora	0.104	1

Elaboración propia.

$$U = 0.95 \quad E = 0.8$$

Para el cálculo de multiplicaron las horas trabajadas por año por la eficiencia de las máquinas multiplicado por la inversa de la capacidad de la máquina (horas por toneladas) por la cantidad anual a procesar. Se han considerado factores de utilización de 0.95 y eficiencia de 0.80 para todas las operaciones.

5.5 Resguardo de la Calidad

5.5.1 Calidad de la Materia Prima, de los Insumos, del Proceso y del Producto

Para asegurar la calidad del producto y el cumplimiento de las especificaciones API Spec 13A se seguirá la norma ISO 13500:2008 que se desprende de las especificaciones API de materiales para fluidos de perforación. Este estándar de calidad cubre las propiedades físicas de materiales manufacturados para su uso en fluidos de perforación de pozos de petróleo y gas. Dentro de los distintos materiales se encuentra la bentonita tratada y la bentonita grado OCMA²⁰, de propiedades prácticamente iguales a la bentonita grado API.

El seguimiento de la calidad será continuo, mediante gráficos de control para mantener el producto dentro de las especificaciones y bajo control en la medida de lo posible.

¹⁹ En esta operación existen dos máquinas, se tomó aquella con menor capacidad.

²⁰ La Asociación Americana de Materiales de Petróleo, por sus siglas en inglés, registra especificaciones específicas para materiales usados en procesos de extracción y producción de petróleo. En este caso es bastante similar a los estándares de la API.

En lo que respecta a los insumos, se debe tener un control de la bentonita en bruto, que sea del tipo necesario, sódica. Para esto se comercializará exclusivamente con proveedores del norte del Perú, ya que estas zonas ofrecen bentonita de tipo sódica. Así mismo se someterá a pruebas de laboratorio muestras de bentonita para controlar periódicamente su concentración de compuestos químicos. El agua potable a emplear será entregada por el proveedor de la región, la EPS GRAU S.A., empresa municipal de derecho privado que se encarga de proveer de agua potable a la región Piura. Se tiene garantizado por medio de este proveedor la calidad del agua.

El agente clarificador (hexametáfosfato de sodio) y los aditivos (PHPA y SPA) serán adquiridos mediante proveedores de productos químicos con sellos de calidad garantizando el producto.

El uso debido de procedimientos para controlar el proceso es un factor clave en la calidad del producto. Sistemas de regulación de set points en el horno rotatorio, el extrusor y el sedimentador serán vitales para mantener el producto dentro de las especificaciones, así como alertas en caso ocurra un desperfecto que necesite pausar la producción o ajustar algún parámetro de alguna máquina. El uso de poka yokes en producción para disminuir accidentes y errores en la producción como cobertores en los paneles de las máquinas dejando solo a la vista los botones necesarios para ponerlas en funcionamiento serán de importancia para asegurar la calidad.

Finalmente, el producto final atraviesa un proceso de inspección del peso por bolsa para asegurar que se tiene el peso según las especificaciones. Adicionalmente de manera aleatoria se tomarán periódicamente muestras para controlar que el producto obtenido cuenta con las especificaciones API Spec 13A.

Para mantener el nivel de calidad se asegurará de seguir un estándar en el procedimiento. Se detallarán los procedimientos de calibración de máquinas, medidas a tomar en caso de fallas en producción, controles de calidad y capacitación mensual a operarios. A largo plazo se tendrá como objetivo la obtención de la certificación ISO 9001:2008 donde se listan los requisitos para un sistema de gestión de la calidad.

Finalmente se realizará un control de las correctas especificaciones del producto mediante diagramas de control e indicadores de calidad para así mantener la producción dentro de las especificaciones debidas.

Detalle de controles en los procesos

- Extrusión: En esta etapa del proceso, se controla la humedad de la bentonita mediante muestreo no destructivo manteniéndose con una humedad de 30% dentro de un rango +/- 5%. El control es diario.
- Tamizar: En la etapa de tamizado se controla el micraje final de la bentonita, asegurando por muestreo aleatorio no destructivo un mínimo de 96% debajo de las 75 micras por control diario.
- Sedimentar: En esta parte del proceso se controla la composición química de la bentonita y su propiedad de viscosidad junto con los atributos YP y PV mediante muestreo no destructivo. La composición aproximada se encuentra en el cuadro 2.11.
- Secar: En esta etapa del proceso se controla la humedad final de la bentonita, asegurando, mediante muestreo aleatorio no destructivo diario, una humedad final de 7.5% con un rango de +/- 0.5%.
- Ensacar: En este último proceso se controla el peso por bolsa, mediante muestreo total, que tenga un peso de 50 kg cada bolsa en un rango de +/- 1%.

5.5.2 Estrategias de mejora

En todo proyecto el aseguramiento de la calidad (QA) no solo involucra la auditoría de procesos y su debida corrección en casos sea necesario, pero también involucra planes de mejora continua tanto para los procesos productivo del proyecto como para el área de calidad.

Una de las principales acciones consideradas dentro de un plan de gestión de mejora es la implementación de un programa Kaizen. Dentro de esta filosofía japonesa se resalta la mejora continua a través del foco en la satisfacción del cliente, continuamente mejorando los procesos y la gestión del proyecto. En términos concretos se propone una cultura de mejora continua en todo el proyecto que incluya al menos

una mejora en algún proceso cada semana. El uso de éste método enfocado en el ciclo de Deming (planificar, hacer, verificar y actuar) apoyando cada mejora en un estándar documentado, facilitaría el despliegue de una cultura de mejora continua.

Otro de los programas incluidos en el plan de gestión de mejoras es el despliegue de la metodología de 5 S desde el inicio del ciclo de producción. Por sus siglas en japonés, esta metodología se guía de cinco pasos: clasificar, organizar, limpiar, estandarizar y perseverar. Un rápido despliegue de esta metodología y la construcción de un manual de orden y distribución y una cultura de limpieza, reducirían mermas y evitaría fallos en los procesos, reduciendo tasas de fallas e incluso accidentes. Se planea que este despliegue se haga en dos meses desde el inicio de producción y se realicen auditorías de 5 S mensuales, donde se siga lo estipulado en el manual interno de 5 S.

Finalmente se espera a largo plazo aplicar una metodología de Six Sigma en todo el proyecto, con el fin de lograr una eficiencia alta, reduciendo al mínimo la cantidad de merma existente en los procesos productivos, siguiendo el ejemplo de empresas como Toyota (conocido por su TPS o Toyota Production System).

Las herramientas a usar en las metodologías de mejora continua acá propuestas incluyen los gráficos de control, estableciendo límites máximos y mínimos de especificación y de control de procesos pudiendo identificar una desviación considerable en los procesos y ejecutar acciones correctivas necesarias; y los histogramas, con el fin de evaluar semanalmente el incremento en mejora de procesos y proveer indicadores de mejora basados en Kaizen y Six Sigma. El supervisor de calidad es el responsable del despliegue de dichas estrategias de mejora.

Tabla 5.19

Cuadro de Valoración

* Naturaleza: **positivo (+)** y **negativo (-)**

SIGNIFICANCIA	VALORACION
Muy poco significativo (1)	0.10 - <0.39
Poco significativo (2)	0.40 - <0.49
Moderadamente significativo (3)	0.50 - <0.59
Muy significativo (4)	0.60 - <0.69
Altamente significativo (5)	0.70 - 1.0

Elaboracion Propia

Tabla 5.20

Cuadro de Rangos

Rangos	Magnitud (m)	Duración (d)	Extensión (e)	Sensibilidad	
1	Muy pequeña	Días	Puntual	0.80	Nula
	Casi Imperceptible	1 – 7 días	En un punto del proyecto		
2	Pequeña	Semanas	Local	0.85	Baja
	Leve alteración	1 – 4 semanas	En una sección del proyecto.		
3	Mediana	Meses	Área del proyecto	0.90	Media
	Moderada alteración	1 – 12 meses	En el área del proyecto		
4	Alta	Años	Más allá del proyecto	0.95	Alta
	Se produce modificación	1 – 10 años	Dentro del área de influencia		
5	Muy Alta	Permanente	Distrital	1.00	Extrema
	Modificación sustancial	Más de 10 años	Fuera del área de influencia		

Elaboracion Propia

Después de realizar la matriz de impacto ambiental se puede concluir que factores que impactan más son el del ruido de la maquinaria, sin embargo se tiene como plan emplear distribuir al personal con los EPPs respectivos para sus labores, adicional podemos apreciar que respecto a contaminación por efluentes es bajo debido a que el producto que realizamos contiene componentes solubles en agua y que no la contaminan haciendo que sea el lodo de perforación más ecológico que hoy en día se encuentra en el mercado.

5.7 Seguridad y Salud Ocupacional

Para la puesta en marcha del proyecto de una instalación de la una planta procesadora de bentonita para pozos de perforación se debe considerar la Ley 29783 de Seguridad y Salud Ocupacional. Por lo tanto, se generan diversas políticas para la prevención de accidentes.

Pre-Puesta en marcha:

Se realizarán políticas de prevención de los siguientes accidentes:

- Accidentes en la construcción de la planta.
- Accidentes por incendios
- Accidentes en la instalación de los equipos y maquinarias

Además, se tendrá un riguroso control con el contratista para que cumpla con las especificaciones de los EPPs necesarios en sus labores. Para el diseño de las instalaciones se implementarán las normas de la NFPA para los temas de prevención y combate de incendios.

Puesta en Marcha:

Al ejecutar las labores en la empresa se realizará un comité debido a que la empresa tendrá una población mayor a 20 personas, el comité estará conforme por la mitad de representantes del empleador y la otra de los trabajadores, a su vez se realizará el reglamento de salud y seguridad en el trabajo, donde se contemplarán las funciones del comité y las políticas de salud y seguridad en el trabajo.

Como principal acción se harán las matrices IPER para determinar todos los peligros y riesgos que se encuentren según puesto de trabajo, con la finalidad de poder disminuirlos con el tiempo, aplicando métodos de mejora continua y auditorías. Se realizará la distribución de extintores a lo largo de las instalaciones y de equipos de detección de incendios, además de realizar un plan de evacuación en caso de siniestros o desastres naturales.

Tabla 5.21

Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

Proceso		Producción de Bentonita para Lodos de Perforación	Jose F. Hernández S.C.			
			Paolo Rosadio			
Tarea	Peligro	Riesgo	Riesgo	Nivel del riesgo	Riesgo significativo	Medida de control
Procesos de Molido, Extrusión, Trituración, Clarificado y Secado.	Faja transportadora	Probabilidad de lesión	30	IT	SI	Incluir guardas a los lados de las fajas
	Molino de Bolas	Probabilidad de fractura o intoxicación por polvo	16	MO	NO	Incluir guardas y señales visuales de advertencia
	Trituradora de mandíbulas	Probabilidad de Lesión	16	MO	NO	Incluir guardas y señales visuales de advertencia
	Horno rotatorio	Probabilidad de quemaduras de segundo grado.	16	MO	NO	Incluir guardas y señales visuales de advertencia
	Instalaciones eléctricas	Probabilidad de incendio y/o electrocución por corto circuito	30	IT	SI	Incluir insuladores y candados en las cajas de fusibles.
Zona administrativa	Pasadizo y escaleras	Probabilidad de fractura por caída	18	IM	SI	Señalizar adecuadamente los pasos y proporcionar suficiente luz
Patio de maniobras	Zona de tránsito de peatones	Probabilidad de atropello	30	IT	SI	Delimitar un paso peatonal y señalar con advertencias visuales
	Desperdicios, cajas, materia prima en tránsito al aire libre	Dificultad en evacuación	20	IM	SI	Implementar un debido control de almacenes con metodología 5S

Elaboración propia

5.8 Sistema de Mantenimiento

La planta dispondrá de un supervisor de mantenimiento, encargado de administrar los mantenimientos preventivos, correctivos y reactivos. Se procederá a programar los mantenimientos de acuerdo a los datos del proveedor de la maquinaria, tomando en cuenta los indicadores MTBF y MTTR, para así tener un cálculo de su disponibilidad y

evaluar una vez funcionando las máquinas, el costo de mantenimiento y el de producción con falta de mantenimiento minimizando los costos. Es por esto que los manuales de mantenimiento deben ser esenciales para esta labor así como el presupuesto disponible.

Los mantenimientos deberán contar con un plan de mantenimiento y una orden de trabajo de mantenimiento donde se deberá incluir información como el tiempo estimado de mantenimiento, el costo (solo para los planes), los responsables, técnicos a realizarlos, materiales, repuestos e insumos.

A continuación, se muestran las máquinas y su periodicidad aproximada de mantenimiento preventivos.

Tabla 5.22

Programación tentativa de mantenimientos preventivos

Equipo	Descripción	Tipo de mnto.	Frecuencia
Trituradoras de mandíbula y cono	Calibración y lubricación	Preventivo	Mensual
Extrusora	Calibración y lubricación	Preventivo	Mensual
Molino de bolas	Calibración y lubricación	Preventivo	Mensual
Tamiz vibratorio	Calibración	Preventivo	Bimestral
Sedimentador	Calibración	Preventivo	Bimestral
Hidrociclón	Calibración, ajuste y lubricación.	Preventivo y reactivo	Mensual
Horno rotatorio	Ajuste	Preventivo	Trimestral
Ensacadora	Calibración	Preventivo	Mensual
Faja transportadora	Calibración y lubricación	Preventivo	Trimestral
Bomba de lodos	Calibración	Preventivo y reactivo	Trimestral

Elaboración propia

5.9 Programa de Producción

5.9.1 Factores para la programación de la producción

Las fluctuaciones en la demanda tienen relación directa con el programa de producción a elaborar. En logística la desviación que puede haber entre el tiempo estimado de

arribo de la materia prima también es un factor que influye. Afortunadamente el presente proyecto cuenta con una fuente de materia prima cercana a la planta por lo que se evita este tipo de problemas.

Para hallar la desviación de la demanda se utilizó una regresión lineal de la demanda durante los años 2009 a 2015. Se pudo hallar el error promedio entre la línea de regresión y los datos reales, calculando con ello la varianza y finalmente la desviación estándar. Se consideró un factor de nivel de servicio del 95% para poder asegurar la correcta entrega de la demanda calculando un stock de seguridad.

Finalmente es importante considerar el control del inventario. Un inventario FIFO garantiza que constantemente el producto recién procesado es el siguiente en salir a ser vendido. Esto beneficia la calidad del producto, al evitar que se quede mucho tiempo en almacén acumulando humedad, y agiliza la rotación de inventario. Es por eso que ese es el tipo de rotación de inventario a usar.

5.9.2 Programa de Producción

Para la programación de la producción debido a la fluctuación de la demanda que se ha registrado en los años pasados, se considerará un stock de seguridad, obtenido calculando la desviación estándar de la curva de pronóstico versus los datos históricos de la demanda objetivo. Sobre el dato obtenido se consideró el porcentaje de demanda de proyecto (15.01%). Para evitar una sobreproducción y tener un inventario muy alto, se mantendrá un stock de seguridad mensual afín a un nivel de servicio del 95%. Se tiene un sistema de producción continuo en línea. A continuación, se muestra el plan de producción general.

Tabla 5.23

Programa Maestro de Producción

Año	Und.	2017	2018	2019	2020	2021
Kg de Bentonita	Kg	3,785,451	4,039,678	4,310,979	4,600,500	4,909,465
P.T. Bentonita en Bolsa	Bolsa 50kg	75,709	80,793	86,219	92,010	98,189

Elaboración propia

Tabla 5.24

Programa de Producción en Kilogramos de Bentonita Procesada

Año	Und.	2017	2018	2019	2020	2021
Demanda Objetivo	Kg	3,785,451	4,039,678	4,310,979	4,600,500	4,909,465
Inventario Inicial	Kg	0	162,097	162,097	162,097	162,097
Producción Requerida	Kg	3,947,548	4,039,678	4,310,979	4,600,500	4,747,369
Inventario Final	Kg	162,097	162,097	162,097	162,097	0

Stock de seguridad: 162,096.75 kilogramos

Elaboración propia

Tabla 5.25

Programa de Producción en Sacos de Bentonita Procesada

Año	Und.	2017	2018	2019	2020	2021
Demanda Objetivo	Bolsa 50kg	75,709.00	80,793.00	86,219.00	92,010.00	98,189.00
Inventario Inicial	Bolsa 50kg	0	3,241	3,241	3,241	3,241
Producción Requerida	Bolsa 50kg	78,950.00	80,793.00	86,219.00	92,010.00	94,948.00
Inventario Final	Bolsa 50kg	3,241	3,241	3,241	3,241	0

Stock de seguridad: 3241 bolsas

Elaboración propia

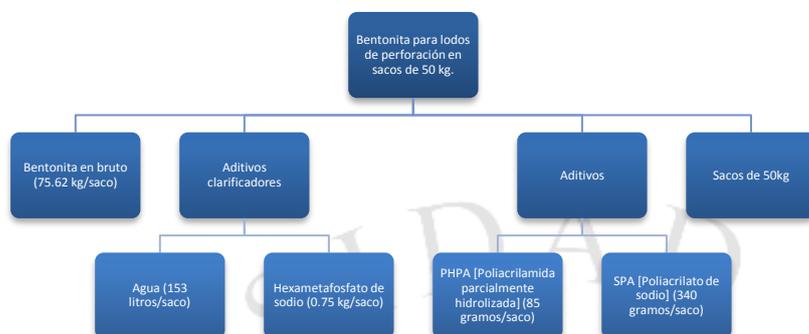
5.10 Requerimientos de Insumos, Personal y Servicios

5.10.1 Materia Prima, Insumos y Otros Materiales

Para la programación de requerimiento de materia prima e insumos se detalló primero un diagrama de Gozinto para tener en claro los insumos a necesitar y su proporción.

Figura 5.5

Diagrama de Gozinto



Elaboración propia

Es importante notar que el agua y el hexametafosfato de sodio requeridos en producción es menor que lo denotado en el diagrama de Gozinto, debido al reproceso y reutilización de estos.

Tabla 5.26

Programa de Requerimiento de Bentonita en Bruto (kg)

Bentonita Bruta	Und	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Requerimiento bruto	Kg	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008
Recepción Programada	Kg												
Inventario disponible	Kg												
Requerimiento neto	Kg	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008
Pedido	Kg	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008
Lanzamiento pedido	Kg	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	466008	0

Bentonita Bruta	Und	2017	2018	2019	2020	2021
Requerimiento bruto	Kg	5592096	5722608	6106933	6517069	6725123
Recepción Programada	Kg					
Inventario disponible	Kg					
Requerimiento neto	Kg	5592096	5722608	6106933	6517069	6725123
Pedido	Kg	5592096	5722608	6106933	6517069	6725123
Lanzamiento pedido	Kg	5722608	6106933	6517069	6725123	

Elaboración propia

Tabla 5.27

Programa de Requerimiento de Agua (m3)

Bentonita Bruta	Und	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Requerimiento bruto	m3	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Recepción Programada	m3												
Inventario disponible	m3												
Requerimiento neto	m3	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Pedido	m3	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Lanzamiento pedido	m3	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	0

Bentonita Bruta	Und	2017	2018	2019	2020	2021
Requerimiento bruto	m3	669	685	731	780	805
Recepción Programada	m3					
Inventario disponible	m3					
Requerimiento neto	m3	669	685	731	780	805
Pedido	m3	669	685	731	780	805
Lanzamiento pedido	m3	685	731	780	805	

Elaboración propia

Tabla 5.28

Programa de Requerimiento de Hexametáfosfato de Sodio (kg)

Und	Und	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Requerimiento bruto	Kg	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646
Recepción Programada	Kg												
Inventario disponible	Kg												
Requerimiento neto	Kg	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646
Pedido	Kg	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646
Lanzamiento pedido	Kg	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	4646	0

Hexametáfosfato de Sodio	Und	2017	2018	2019	2020	2021
Requerimiento bruto	Kg	55753	57055	60886	64975	67050
Recepción Programada	Kg					
Inventario disponible	Kg					
Requerimiento neto	Kg	55753	57055	60886	64975	67050
Pedido	Kg	55753	57055	60886	64975	67050
Lanzamiento pedido	Kg	57055	60886	64975	67050	

Elaboración propia

Tabla 5.29

Programa de Requerimiento de PHPA (kg)

PHPA	Und	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Requerimiento bruto	Kg	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563
Recepción Programada	Kg												
Inventario disponible	Kg												
Requerimiento neto	Kg	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563
Pedido	Kg	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563
Lanzamiento pedido	Kg	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	0

PHPA	Und	2017	2018	2019	2020	2021
Requerimiento bruto	Kg	6757	6915	7379	7875	8126
Recepción Programada	Kg					
Inventario disponible	Kg					
Requerimiento neto	Kg	6757	6915	7379	7875	8126
Pedido	Kg	6757	6915	7379	7875	8126
Lanzamiento pedido	Kg	6915	7379	7875	8126	

Elaboración propia

Tabla 5.30

Programa de Requerimiento de SPA (kg)

SPA	Und	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Requerimiento bruto	Kg	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252
Recepción Programada	Kg												
Inventario disponible	Kg												
Requerimiento neto	Kg	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252
Pedido	Kg	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252
Lanzamiento pedido	Kg	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	2252	0

SPA	Und	2017	2018	2019	2020	2021
Requerimiento bruto	Kg	27029	27660	29518	31500	32506
Recepción Programada	Kg					
Inventario disponible	Kg					
Requerimiento neto	Kg	27029	27660	29518	31500	32506
Pedido	Kg	27029	27660	29518	31500	32506
Lanzamiento pedido	Kg	27660	29518	31500	32506	

Elaboración propia

Tabla 5.31

Programa de Requerimiento de Bolsas de polipropileno de 50 kg (unidades)

Bolsas de 50kg	Und	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Requerimiento bruto	Bolsa	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579
Recepción Programada	Bolsa												
Inventario disponible	Bolsa												
Requerimiento neto	Bolsa	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579
Pedido	Bolsa	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579
Lanzamiento pedido	Bolsa	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	6579	0

Bolsas de 50kg	Und	2017	2018	2019	2020	2021
Requerimiento bruto	Bolsa	78950	80793	86219	92010	94948
Recepción Programada	Bolsa					
Inventario disponible	Bolsa					
Requerimiento neto	Bolsa	78950	80793	86219	92010	94948
Pedido	Bolsa	78950	80793	86219	92010	94948
Lanzamiento pedido	Bolsa	80793	86219	92010	94948	

Elaboración propia

Tabla 5.32

Resumen de Requerimientos

Insumo	Unidad	2017	2018	2019	2020	2021
Bentonita en bruto	Kg	5592096	5722608	6106933	6517069	6725123
Agua	M3	669	685	731	780	805
Hexametáfosfato de Sodio	Kg	55753	57055	60886	64975	67050
PHPA	Kg	6757	6915	7379	7875	8126
SPA	Kg	27029	27660	29518	31500	32506
Sacos	Unidad	78950	80793	86219	92010	94948

Elaboración propia

5.10.2 Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

Para el consumo de energía eléctrica anual se ha planteado los siguientes cuadros con el total de consumo por planta y el total de consumo por sector administrativo. Al final se va calcular el costo anual de consumo de energía eléctrica.

Tabla 5.33

Consumo de energía eléctrica en planta mensual y anual

Máquina (MENSUAL)	Cantidad	KW Total	Capacidad (TM/H)	Producción (TM)	Horas	KW Mes
Fajas Transportadoras	7	17			642	10,922
Bombas	3	66			394	26,000
Trituradora de mandíbula	1	55	55.1	447	8	446
Trituradora de cono	1	55	32.3	447	14	761
Extrusora	2	30	1.9	446	470	14,098
Molino de Bolas	1	150	4.864	446	92	13,767
Tamiz Vibratorio	1	8	114	446	4	31
Sedimentador	2	2.2	11.4	1,341	235	518
Hidrociclón	1	1.5	9.12	1,198	131	197
Secador Rotatorio	1	18	7.22	360	50	897
Ensacadora	1	8	22.8	317	14	111
Total						67,749

Máquina (ANUAL)	Cantidad	KW Total	Capacidad (TM/H)	2017		
				Producción (TM)	Horas	KW Año
Fajas Transportadoras	7	17			7,710	131,064
Bombas	3	66			4,727	312,005
Trituradora de mandíbula	1	55	55.1	5,362	97	5,353
Trituradora de cono	1	55	32.3	5,362	166	9,131
Extrusora	2	30	1.9	5,357	5,639	169,172
Molino de Bolas	1	150	4.864	5,357	1,101	165,207
Tamiz Vibratorio	1	8	114	5,352	47	376
Sedimentador	2	2.2	11.4	16,093	2,823	6,211
Hidrociclón	1	1.5	9.12	14,371	1,576	2,364
Secador Rotatorio	1	18	7.22	4,320	598	10,770
Ensacadora	1	8	22.8	3,804	167	1,335
Total						812,986

Máquina (ANUAL)	2018			2019		
	Producción (TM)	Horas	KW Año	Producción (TM)	Horas	KW Año
Fajas Transportadoras		8,227	139,866		8,780	149,260
Bombas		5,045	332,959		5,384	355,320
Trituradora de mandíbula	5,723	104	5,712	6,107	111	6,096
Trituradora de cono	5,723	177	9,744	6,107	189	10,399
Extrusora	5,717	6,018	180,533	6,101	6,422	192,658
Molino de Bolas	5,717	1,175	176,302	6,101	1,254	188,142
Tamiz Vibratorio	5,711	50	401	6,095	53	428
Sedimentador	17,173	3,013	6,628	18,327	3,215	7,073
Hidrociclón	15,336	1,682	2,522	16,366	1,795	2,692
Secador Rotatorio	4,610	639	11,493	4,920	681	12,265
Ensambladora	4,060	178	1,425	4,333	190	1,520
Total			867,586			925,852
Máquina (ANUAL)	2020			2021		
	Producción (TM)	Horas	KW Año	Producción (TM)	Horas	KW Año
Fajas Transportadoras		9,370	159,284		9,999	169,981
Bombas		5,745	379,183		6,131	404,648
Trituradora de mandíbula	6,517	118	6,505	6,955	126	6,942
Trituradora de cono	6,517	202	11,097	6,955	215	11,842
Extrusora	6,511	6,853	205,596	6,948	7,313	219,404
Molino de Bolas	6,511	1,339	200,778	6,948	1,428	214,262
Tamiz Vibratorio	6,504	57	456	6,941	61	487
Sedimentador	19,558	3,431	7,549	20,871	3,662	8,055
Hidrociclón	17,465	1,915	2,873	18,638	2,044	3,066
Secador Rotatorio	5,250	727	13,089	5,603	776	13,968
Ensambladora	4,624	203	1,622	4,934	216	1,731
Total			988,031			1,054,387

Elaboración propia

Tabla 5.34

Consumo de energía eléctrica en área administrativa mensual

Equipo	Cantidad	Utilización	Horas	Días	Semanas	Potencia (Watts)	KW.h/Mes
Computadora	8	100%	8	5	4.33	50	69.28
Multifuncional	2	10%	8	5	4.33	100	3.464
Fluorescentes	14	100%	8	5	4.33	40	96.99
Equipo A/C	3	70%	8	5	4.33	1200	436.46
						Total	606.2

Elaboración propia

Tabla 5.35

Consumo total de energía eléctrica mensual

	KW.h	Tarifa s./KW.h	S/.
Consumo de Planta	68,199 ²¹	0.225	15,344.78
Consumo de Área Adm	606.2	0.18	109.12
Total	68,805.2		15,453.90

Elaboración propia

El cálculo total de consumo de energía eléctrica mensual es de 68,199 KW.h teniendo así un pago mensual de 15,453.90 Soles.

Para el cálculo de consumo de agua se tomará en cuenta la cantidad que se necesita para realizar la operación y adicional los empleados en los diversos servicios de la empresa. En los siguientes cuadros se realizará los cálculos para el consumo de agua.

Tabla 5.36

Consumo de agua no operativo mensual

Consumo de agua de oficina y por necesidad	Dato	Unidades	Información de la planta	Unidades	Total m ³ de Agua
Oficina	6	ltrs/día*m2	240	m2	43.2
Sanitario	35.67	ltrs/día*persona	8	personas	8.56
Lavado de manos	6.02	ltrs/día*persona	8	personas	1.44
				Total	53.2

Elaboración propia

Tabla 5.37

Consumo de agua total mensual

	m3/mes	S./m3	S/.
Producción	125.25 ²²	6.971	873.12
No productivo	53.2	6.971	370.88
Total	178.45	6.971	1243.98

Elaboración propia

El consumo total de agua mensual del primer año es de 178.45 m³ de agua. En total mensualmente se genera un gasto de 1243.98 soles en agua potable.

²¹ Se incluye consume de luminarias, computadores y equipos de A/C en el área de producción.

²² Se incluye consume de agua por sanitarios y servicios de planta además del agua como insumo.

5.10.3 Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos

Numero de Operarios

El número de operarios dependerá de la cantidad de máquinas, esto se debe a que se optó por una línea de producción semi-automática y las actividades manuales solo son la de acarreo de materiales, por la cantidad de operarios será igual o inferior en algunos casos al de las máquinas. A continuación, se muestra el cuadro con el cálculo de operarios.

Tabla 5.38

Cálculo de Número de Operarios

Proceso	# Operario/Turno	Turnos	Total
Trituradora de Impacto	1	1	1
Extrusora	1	1	1
Molino de Bolas	1	1	1
Tamiz Vibratorio	1	1	1
Sedimentador	1	1	1
Hidrociclón centrífugo	0	1	0
Secador Rotatorio	1	1	1
Ensacadora	2	1	2
Acarreo de Materiales	4	1	4
		Total	12

Elaboración propia

Número de Trabajadores Indirectos

Se definieron los siguientes puestos que están en el cuadro 5.39, y se han considerado un segundo turno para cierto personal administrativo del área de PCP, mantenimiento y calidad que estarán apoyando en las labores del segundo turno de control, monitoreo y planificación.

Tabla 5.39

Cálculo de Número de Trabajadores Indirectos

Personal Administrativo	#Personal/Turno	Turnos	Total
Gerente General	1	1	1
Jefe de Producción	1	1	1
Jefe de Finanzas y RR.HH	1	1	1
Jefe de Comercial	1	1	1
Vendedores	3	1	3
Asistentes de Finanzas	1	1	1
Asistente de RR.HH	1	1	1
Supervisor de Planta	1	1	1
Supervisor de Calidad	1	1	1
Supervisor de Mantenimiento	1	1	1
Asistente de Operaciones	1	1	1
Asistente de Calidad	1	1	1
Asistente de Mantenimiento	1	1	1
Total			15

Elaboración propia

Por último, se puede apreciar que la planilla total de la planta tendrá un total de 27 personas.

5.10.4 Servicios de terceros

Se requerirá de servicios de terceros en las siguientes áreas:

- Cafetería (alimentos)
- Vigilancia
- Limpieza e higiene
- Energía eléctrica
- Suministro de agua potable
- Teléfono
- Soporte técnico

5.11 Disposición de Planta

5.11.1 Características físicas del proyecto

Factor edificio

Al momento de construir una planta se deben tener en cuenta ciertos requisitos para poder establecerse en un lugar adecuado de geología aceptable para la construcción de estructuras y el despliegue de infraestructura.

Se analizarán brevemente los siguientes factores claves:

- Estudio de suelos
- Niveles y pisos de la edificación
- Vías de circulación
- Puertas de acceso y salidas
- Techos
- Anclajes de maquinarias

Estudio de suelo:

El tipo de suelo, su composición y el tipo de roca son materiales que se deben tomar en cuenta al momento de erigir una estructura y diseñar sus cimientos. Para el presente proyecto se deberá contratar a un ingeniero civil ya sea por medio de una empresa dedicada a estos servicios, para determinar los mejores parámetros para el diseño y los procedimientos de construcción.

Para tener la validación del suelo para la construcción de estructuras estables, éste debe ser de tipo residual. Una vez aprobado se puede iniciar con la cimentación.

Niveles y pisos de la edificación:

Se debe procurar que el diseño de la planta deba contar con áreas comunicadas entre sí, aumentando en lo posible la ventilación. La planta será de un solo nivel, teniendo como ventaja una mejor ventilación y luz natural y menor movilidad de materiales y/o recursos.

El piso de la planta debe ser plano y liso, de fácil limpieza y sin ser resbaladizo. El piso de las áreas de producción puede estar construido a base de concreto armado, las áreas de almacenamiento y tránsito de concreto simple y las áreas administrativas de cemento con fibra de vidrio.

Vías de circulación:

Se debe diseñar la planta con una adecuada disposición en mente, con vías de circulación que permitan una movilización segura y rápida y con vías de evacuación y salidas de emergencia. Cualquier pasillo presente en la planta deberá ser no menor a 80 centímetros, evitando columnas centrales, de doble sentido, evitando intersecciones ciegas manteniéndolo siempre libre de obstáculos.

El pasillo principal por el cual pueden circular personas y vehículos debe tener un ancho mínimo de 3.6 metros, y se debe señalar el paso peatonal con franjas amarillas.

Aquellos pasillos exclusivos para vehículos deben medir entre 1.5 y 3 metros de ancho si es que deben ser angostos como espacios en almacén para el paso de montacargas.

En caso los almacenes estén a un nivel más alto para fines de fácil carga y descarga, deben haber rampas para acceso de vehículos y para facilitar su carga y descarga.

En lo que respecta a escaleras, en casos donde haya distintos niveles de suelo, como ciertas zonas del área de producción y almacén, el paso debe ser como mínimo de 25 cm y el contrapaso 17.5 cm. En los lados abiertos de las escaleras deben colocarse pasamanos con barandales intermedios según la norma OSHA 1910.24. El ancho mínimo de las escaleras debe ser de 70 cm para escaleras pequeñas y de 150 cm para escaleras más grandes donde puede haber alta circulación de personal.

Puertas de acceso y salida:

En las áreas administrativas las puertas deberán ser localizadas en las esquinas de los espacios, para que se pueda abrir con un arco de 90°, así mismo como espacios

de oficina en el área de producción como la oficina de mantenimiento o de producción. Estas deben tener un ancho mínimo de 90 cm. Para áreas más grandes como almacenes o entradas a la sección de producción se deben localizar puertas dobles con un área de abatimiento de 180 grados.

En lo que se refiere a servicios sanitarios, estas puertas deben de ser de 80 cm de ancho.

Para las puertas exteriores tanto del área administrativa como del área de producción deberán tener un ancho mínimo de 1.2 metros. De igual manera con la puerta a la entrada de la planta. El garaje de acceso deberá tener un ancho mínimo de 3 metros. Todas estas puertas se abren hacia afuera.

El material de las puertas en general deberá ser de metal con vidrio templado.

Finalmente, las vías de acceso a los almacenes tendrán puertas enrollables hacia arriba de metal con 3 metros de ancho y una altura de 4 metros aproximadamente.

Techos:

Para que los recursos de producción y los recursos administrativos no permanezcan a la intemperie se deben diseñar techos de calamina aislada en las zonas mencionadas. La altura mínima es de tres metros sobre el suelo en áreas administrativas y de cinco metros sobre el suelo en el área de producción y almacén.

Para el área administrativa se usarán planchas de PVC como techo falso, por donde podrán ir las instalaciones eléctricas y los conductos de aire acondicionado. El almacén tendrá una nave industrial con armadura en arco de flecha.

Anclajes de máquina:

Los anclajes son los seguros colocados en las máquinas para que estas no se muevan o vibren. Se coloca un perno a través de una saliente de la máquina en la base de esta. Debe diseñarse una base de cemento en el lugar donde irá el anclaje del tamaño de la base de la máquina en la parte superior y a partir de 10 cm debajo del suelo

aumentar el ancho del mortero en 20 cm hasta llegar a una profundidad de 40 cm. Para nuestra maquinaria es recomendable que el molino y la extrusora tengan un anclaje en base de cemento con seis pernos, de igual manera con la trituradora. Por otro lado el sedimentador deberá estar sujetado con cuatro pernos y finalmente el horno y la ensacadora deberán estar sujetos por cuatro pernos, siendo innecesario una base de cemento en este caso.

Factor Servicio

Servicios relativos al personal

Resumiendo el análisis realizado, se concluyó de estos servicios que las vías de acceso juegan un papel importante en la prevención de accidentes. Por cada 1000 m² se requiere de 0.8 metros como ancho para salidas de emergencia. Se cuenta con una puerta de emergencia en la planta que comunica con el patio de maniobras y a la salida. Así mismo las puertas batientes de las oficinas facilitan el escape inmediato. Además, se cuenta con una entrada al costado de la principal vía de acceso de vehículos para los trabajadores que ingresen sin vehículo.

Según las especificaciones de la OSHA cuando se cuenta con 1 a 15 empleados se necesitará un baño tanto para hombres como para mujeres. La planta como el área administrativa cuenta con dos baños cada una para hombres y mujeres. También, se ha considerará el cálculo de WC con las especificaciones de la OSHA que se verá en el siguiente subcapítulo.

Adicional se ha considerado una enfermería para poder atender al personal en el caso de que suceda un accidente leve en las horas de trabajo, aparte se cumple con la ley de salud y seguridad del trabajo. Por el tema del comedor, se mantendrá alejado de las oficinas y área de producción para evitar la contaminación de la zona, adicional se considerará para el cálculo del área total el factor de 1.59m² por persona.

Servicios relativos al material

La planta tendrá un área de calidad con todos los equipos necesarios para realizar las pruebas de conformidad y que se mantenga el producto dentro de los

estándares API e ISO para poder competir en el mercado. El área estará conforme por un coordinador, y dos asistentes que estarán en turnos distintos.

Servicios relativos a la maquinaria

La planta tendrá un área de mantenimiento la cual se encargará del proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de las maquinarias, la misma tendrá un ambiente donde guardarán sus equipos y herramientas. Estará conforme por un coordinador de mantenimiento y dos técnicos que estarán en turnos diversos. Por otro lado, se adquirirá un generador eléctrico para cuando suceda un evento de caída de tensión y no se paralice el funcionamiento de las maquinas principales del proceso y de soporte eléctrico a las oficinas, así mismo las instalaciones eléctricas serán realizadas con la norma vigente y seguras.

Se implementará todos los equipos de protección contra incendios, los cuales seguirán los estándares de la NFPA, se equipará con extintores, mangueras, detectores de alerta temprana y los equipos de señalización para evacuación (luces estroboscópicas, señalética fotoluminiscente).

Servicios relativos al edificio

La señalización de seguridad es importante para la rápida acción en caso de emergencia y la prevención. Amplias señalizaciones serán usadas en la planta, para evitar manipulación de la caja de fusibles, así como prohibir el ingreso a personal no autorizado cerca de las máquinas. Además, se planea seguir la metodología japonesa de las cinco S para organizar, ordenar y distribuir la planta de manera eficiente y con un mínimo de riesgo a accidentes.

5.11.2 Determinación de las zonas físicas requeridas

El proyecto define un proceso de producción industrial llevado a cabo dentro de un recinto industrial, teniendo dos partes separadas por un patio de maniobras por el cual los camiones dejarán la materia prima y recogerán producto terminado: la zona de producción y la zona administrativa.

La zona de producción considerará las zonas de:

- Almacén de materias primas: en este almacén se hará el control del inventario de recursos necesarios para la elaboración del producto final.
- Almacén de productos terminados: en este almacén se hará el control del inventario de productos terminados listos para ser llevados hacia el cliente.
- Área de producción: en ésta área se ubican las maquinarias las cuales llevarán a cabo el proceso productivo.
- Oficina de mantenimiento: en ésta oficina hay un espacio donde se tiene inventario de las herramientas para realizar calibraciones y mantenimiento a la maquinaria, así como el personal encargado de llevar a cabo los mantenimientos.
- Oficina de PCP: en ésta oficina se ubica el personal encargado de realizar el planeamiento de materiales a comprar y cantidad a producir mensual.
- Oficina de calidad: en éste espacio se encuentra un pequeño laboratorio donde se realizan las pruebas de calidad. El personal encargado realiza muestreos aleatorios destructivos del producto y elabora reportes en este espacio.

La zona administrativa considerará las áreas de:

- Oficinas: En éste espacio se ubican las oficinas del gerente general y el espacio común de los demás funcionarios. Se provee de computadores, impresoras y una pequeña sala de reuniones.
- Enfermería: Espacio disponible para atender ante una urgencia médica menor.
- Comedor: Espacio común para que los trabajadores puedan almorzar.

5.11.3 Cálculo de áreas para cada zona

Los cálculos de áreas para cada zona se encuentran en el diagrama de Guerchet ubicado en el capítulo 5.11.5.

5.11.4 Dispositivos de seguridad industrial y señalización

De acuerdo a las características del edificio y equipos se adoptarán medidas de prevención contra incendios. Se concentran los esfuerzos en minimizar el riesgo que el personal y la maquinaria sufran deterioros manteniendo siempre la limpieza y el orden del lugar, alejando los productos inflamables de fuentes de calor y combustibles y

ubicando en la planta dispositivos contra incendios como son los aspersores y los extintores. Además, se instruirá al personal en el uso de estos dispositivos. Se considera también que las puertas siempre deben abrir hacia afuera y las salidas y pasadizos no deben estar bloqueados en ningún momento y se cuente con salidas de emergencia y adecuada iluminación. Estos puntos estarán debidamente señalizados con letreros puestos en distintos puntos de la planta y se asignará una brigada contra emergencias. Así mismo se asignará una zona en el patio de maniobras como punto de reunión en caso de sismos.

La señalización adecuada debe contener colores que llamen la atención siendo el color rojo usado como señal de prohibición, el amarillo como señal de atención y/o riesgo, el verde como situación de seguridad e identificación de puntos en planta y el azul como obligaciones.

Se utilizará esta señalización para marcar las zonas de materias inflamables, zonas seguras en caso de sismo, riesgo eléctrico en el cuarto de generador, letreros de prohibición de fumar en todo el recinto y señales de ubicación de extintor.

Finalmente se utilizarán alarmas acústicas contra incendios y peligros en zona de producción.

5.11.5 Disposición general

En el desarrollo de la disposición de planta se tomará en cuenta los siguientes principios:

- **Mínima distancia recorrida:** Diseñar un proceso productivo que cuente con la menor cantidad de distancias con la finalidad de tener el menor MUDA posible, debido a que este no agrega valor en la operación.
- **Espacio Cúbico:** Como método de almacenamiento se debe considerar el espacio cubico para poder así reducir la cantidad de espacio de m² en los almacenes y poder tener una gran capacidad de almacenamiento a menores costos.
- **Flexibilidad:** Es importante considerar las posibilidades de crecimiento del proyecto a lo largo de su vida útil, por lo tanto al diseñarlo se debe contemplar

la opción de la expansión del proceso productivo y la adaptabilidad del área ante esto.

- **Flujo de materiales:** Diseñar la distribución del proceso productivo para que los materiales sigan una secuencia igual a la del proceso.
- **Seguridad:** El factor de seguridad es uno de los pilares cruciales para un diseño eficiente del proceso productivo, además es un factor fiscalizado por el ministerio de trabajo y de vivienda.

En el desarrollo de la distribución de planta se debe realizar un análisis relacional para entender el comportamiento entre las áreas definidas y determinar las restricciones que puedan encontrarse entre ellas, para poder definir al final que áreas deben estar próximas entre sí. Para la organización se han decidido desarrollar las siguientes áreas:

1. Patio de descarga
2. Almacén de materia prima e insumos
3. Zona de producción
4. Almacén de producto terminado
5. Área de Control Calidad
6. Área de Mantenimiento
7. Área de PCP
8. Comedor
9. Enfermería
10. Sala de Generadores
11. SSHH de la Operación
12. Baños Administrativos
13. Área Administrativa

Para la realización del análisis relacional se necesitarán las siguientes tablas para poder calificar la relación entre áreas.

Tabla 5.40

Tabla de los códigos de proximidades

CODIGO	PROXIMIDAD
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Normal
U	Sin importancia
X	No deseable
XX	Altamente no deseable

Fuente: Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M., (2007).

Elaboración propia

Tabla 5.41

Cuadro de calificación por razones o motivos de proximidad

Código	Motivo
1	Secuencias del Proceso
2	Flujo de materiales y equipos
3	Comodidades del Personal
4	Ruido Excesivo
5	Peligro de contaminación
6	Instalaciones comunes
7	Recepción y despacho

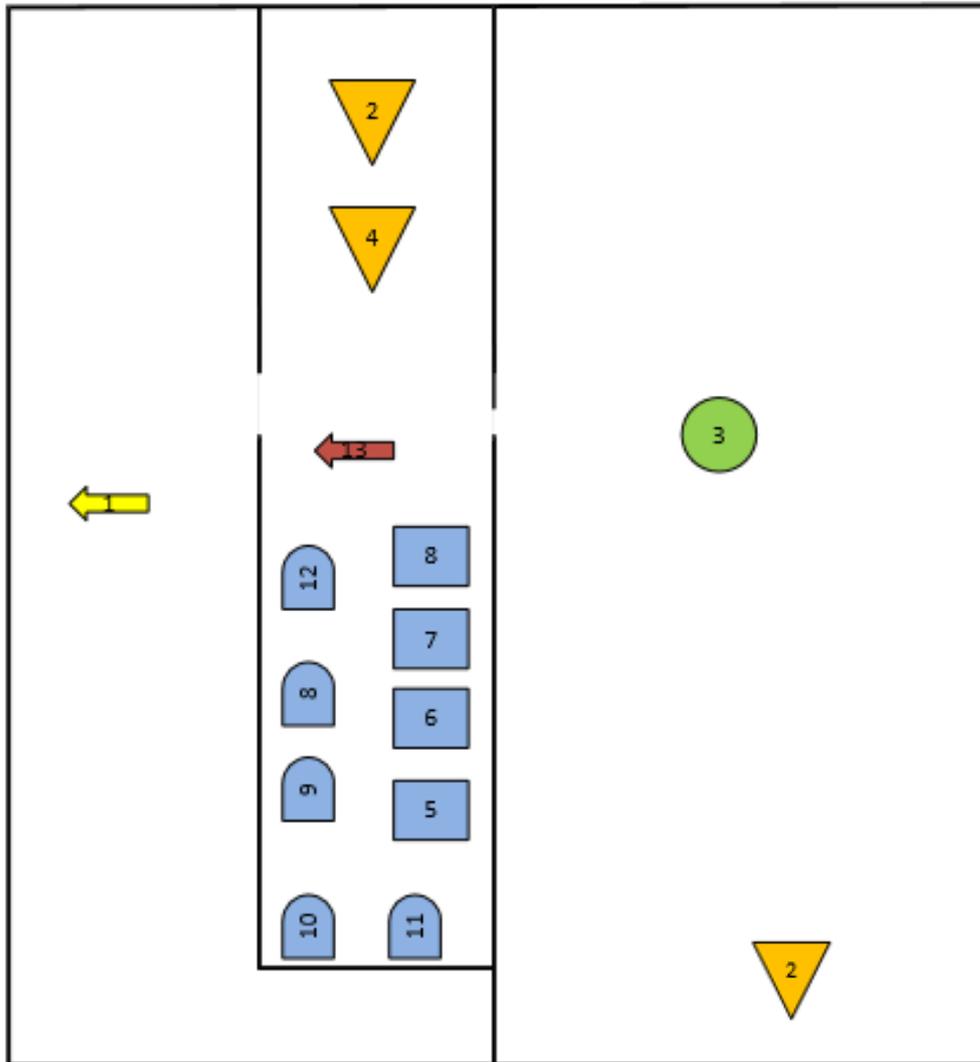
Fuente: Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M., (2007).

Elaboración propia

Por último, se diseñó un plano tentativo unido al diagrama relacional para tener una idea de una posible distribución.

Figura 5.7

Plano Tentativo de Planta



Elaboración propia.

5.11.6 Disposición a detalle

En el siguiente punto se determinará el total de metros cuadrados que se necesitarán en la planta, para definir el espacio total del área de producción se utilizará el método de Guerchet, para el cálculo de almacenes se empleará el espacio cubico con racks y se calculará mediante el stock de seguridad y el inventario promedio mensual. Las áreas administrativas serán calculadas con diversos estándares definidos para el espacio de cada ambiente.

Zona de producción: Para emplear la metodología de Guerchet se necesita el siguiente marco teórico de fórmulas para poder calcular el área total, además se tendrá que tener todas las medidas de las maquinaria a emplear.

Marco teórico:

Superficie Estática = Largo * Ancho

Superficie Gravitacional = Superficie estática * Número de lados

Superficie de Evolución = (Superficie Estática + Superficie Gravitacional) * k

Superficie total = (SS + SG + SE) * número de máquinas

hEM = 2.07

hEE = 2.22

$$K = \frac{hEM}{2hEE} = 0.47$$

Tabla 5.43

Diagrama de Guerchet

Dimensiones												
Máquina	Unds	N(Lados)	L (m)	W (m)	H (m)	SS	Sg	Se	St	Ssnh	Ssn	
Alimentador vibratorio	1	2	3.08	1.5	1.1	4.8	9.5	6.7	21.0	5.1	4.8	
Trituradora de mandíbula	1	2	2.035	1.9	2.0	3.9	7.8	5.5	17.2	7.8	3.9	
Trituradora de cono	1	2	3.05	1.6	2.4	5.0	10.0	7.0	22.0	11.8	5.0	
Tamiz vibratorio	1	2	1.5	4.8	2.9	7.2	14.4	10.1	31.7	20.9	7.2	
Extrusor	1	2	5.18	0.9	1.0	4.6	9.1	6.4	20.1	4.5	4.6	
Alimentador	1	2	3	4.0	2.9	12.0	24.0	16.8	52.8	34.8	12.0	
Molino de bolas	1	2	7.58		2.1	6.0	11.9	8.3	26.2	12.5	6.0	
Faja transportadora	7	0	7.00	0.7	1.8	4.6	0.0	2.1	46.7	57.3	31.9	
Máquina de flotación tipo SF	2	2	1.1	1.1	1.1	1.2	2.4	1.7	10.6	2.7	2.4	
Horno rotatorio	1	2	15	1.5	3.0	22.5	45.0	31.5	99.0	67.5	22.5	
Hidrociclón	1	2	0.73	0.5	0.5	0.4	0.7	0.5	1.5	0.2	0.4	
Bomba	3	2	0.725	0.5	0.5	0.3	0.7	0.5	4.6	0.5	1.0	
Area Total (m2)									353.5	225.6	101.6	

Dimensiones												
Maquinas	Units	N(Lados)	L (m)	W (m)	H (m)	SS	Sg	Se	St	Ssnh	Ssn	
Traspaletas	2	-	1.2	0.7	1.5	0.8	-	-	-	2.5	1.7	
Operarios	13	-			1.7	0.5	-	-	-	10.7	6.5	
Cargador Frontal	1	-	4.5	2	2.5	9.0	-	-	-	22.5	9.0	
Monta Carga	1	-	2.9	0.94	2.0	2.7	-	-	-	5.5	2.7	
										41.3	19.9	

Elaboración propia

El área total mínima hallada por el cálculo es de 353.5 m² para toda la zona de producción. Como luego se detalla, se ajusta el área de producción a un mayor tamaño por la disposición de planta, con el objetivo de facilitar el acarreo de materiales y proveer amplios espacios libres.

Zonas Administrativas: Se considerarán las siguientes áreas administrativas y de soporte a la operación: Área administrativa que contiene las áreas de finanzas, comercial y gerencia general, área de control de calidad, área de mantenimiento y área de PCP. Para poder determinar el espacio se empleará el siguiente cuadro:

Tabla 5.44

Disposición de áreas según puesto

	Área
Ejecutivo Principal	23 a 46 m ²
Ejecutivo	18 a 37 m ²
Ejecutivo Junior	10 a 23 m ²
Mando Medio	7.5 a 14 m ²
Oficinista	4.5 a 9 m ²
Estación de Trabajo Mínima	4.5 m ²

Fuente: Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M., (2007).

Elaboración propia.

- **Área Administrativa:**

Comercial: está conformado por el jefe de comercial (15 m²) y 3 vendedores (6m²) que tendría un espacio de 21m².

Finanzas y Recursos Humanos: está conformado por el jefe de finanzas (15m²) y 1 asistente de finanzas y uno de recursos humanos (10m²) y tendrá un espacio de 25m².

Gerencia General: en la gerencia general solo se tendrá el cargo del gerente quien posee un espacio de 30m².

En total toda el área administrativa tendrá un espacio de 76m²

- **Área de Control de calidad:** esta área posee un coordinador (14m²) y dos asistentes (5m²) que tiene un espacio total de 24m² adicional se sumará un espacio de 10m² para el tema de equipos sumando un total de 34m².
- **Área de PCP:** en el área de PCP se encuentra el jefe de planta (15m²), el coordinador de planta (10 m²) y un asistente (4.5 m²) en total se tendrá un área de 29.5 m².
- **Área de Mantenimiento:** El área de mantenimiento está conformada por un coordinador (10m²) y un técnico (4.5 m²) ellos ocupan un espacio de 14.5 m², adicional se sumará un espacio de 10 m² para maquinarias. En total el área tendrá 24.5 m²

Áreas de servicio: La zona administrativa contará con dos servicios higiénicos al igual que la zona de producción, en cada uno de los servicios administrativos se encontrará un lavado y retrete que tendrá un área aproximada de 12m² cada uno, mientras que en la zona de producción se tendrá un total de personal de 19 personas entre administrativos y operarios, por lo tanto, el baño tendrá dos retretes y dos lavados con un área de 20 m² cada uno. El criterio de designación de la cantidad de retretes está determinado por la siguiente tabla.

Tabla 5.45

Cantidad de retretes según número de personas

Número de empleados	Número mínimo de W.C.
1-15	1
16 – 35	2
36 – 55	3
56 – 80	4
81 – 110	5
111 – 150	6
más de 150	Accesorio adicional c/ 40 empleados

Fuente: Díaz, Noriega, Jarufe, (2007).

Elaboración propia.

Comedor: La planta tendrá un turno pero para el cálculo se empleará en dos horarios cada uno con un total de 15 administrativos y 12 operarios. Para cada persona se debe tener un espacio de 1.58m², esto suma un total de 43 m² aproximado.

Enfermería: Se tendrá un ambiente de enfermería para el caso de alguna lesión que pueda suceder en las jornadas laborales. Este ambiente tendrá un espacio total de 10m².

Sala de Generador Eléctrico: Se contará con un generador eléctrico de las siguientes medidas: 1.25m x 2.92m x 1.6m, estas medidas dan un área de 3.65m², pero se empleará un espacio total de 8m² para la manipulación del equipo.

Almacén Materia Prima:

En este almacén debe poderse almacenar tanto la bentonita en bruto como los insumos en dos espacios. A continuación, se detalla el área de cada material.

- **Stockpile de Bentonita:** Para el cálculo del stockpile de bentonita se tomó en cuenta un inventario promedio bisemanal tomando en cuenta el último año. El resultado es un área de 112 m² y una altura de 1.6 metros.
- **Hexametáfosfato de sodio:** Se tomó la cantidad máxima mensual necesaria de dicho insumo. El total de bolsas al mes es de 54 con medidas de 0.7m x 0.5m.
- **PHPA y SPA:** Nuevamente se ha tomado como referencia el almacenaje de material necesario mensual. Se obtuvo un total de 10,379 kg en 18 bolsas mensuales, de 0.7m x 0.5m. El Hexametáfosfato de sodio, el PHPA y el SPA sumarían un total de 72 bolsas puestas en 3 pallets a 8 niveles, dado el peso máximo permitido por pallet.
- **Sacos:** Se ha tomado el stock necesario de un mes. Es necesario capacidad para 7,912 bolsas al mes en 18 pallets.

El área total se calcula finalmente sumando los espacios teniendo en cuenta los espacios de maniobra entre estantes. El espacio del almacén de materia prima estará conectado como uno solo con el almacén de producto.

Almacén Producto Terminado:

Para el almacén de productos terminados se tomó en cuenta el inventario promedio que en este caso viene a equivaler al stock de seguridad mensual.

El almacén de productos terminados tendrá 4 filas de racks con 12 unidades de pallets por nivel y 4 niveles de altura. El área de los almacenes de productos terminados y materia prima es de 222 metros cuadrados. El stockpile de bentonita estará colocado en una zona adyacente.

A continuación, se muestra el resumen total de áreas de cada ambiente de la empresa.

Tabla 5.46

Resumen con todas las medidas de las áreas operativas de la empresa.

Área	Medida	
Zona Productiva	954	m2
Áreas administrativas	76	m2
Área de Control de Calidad	34	m2
Área de PCP	30	m2
Área de Mantenimiento	25	m2
SS HH	32	m2
Enfermería	10	m2
Comedor	43	m2
Sala de Generador	8	m2
Almacenes	222	m2
Stockpile de bentonita	105	m2
Total	1,539	m2

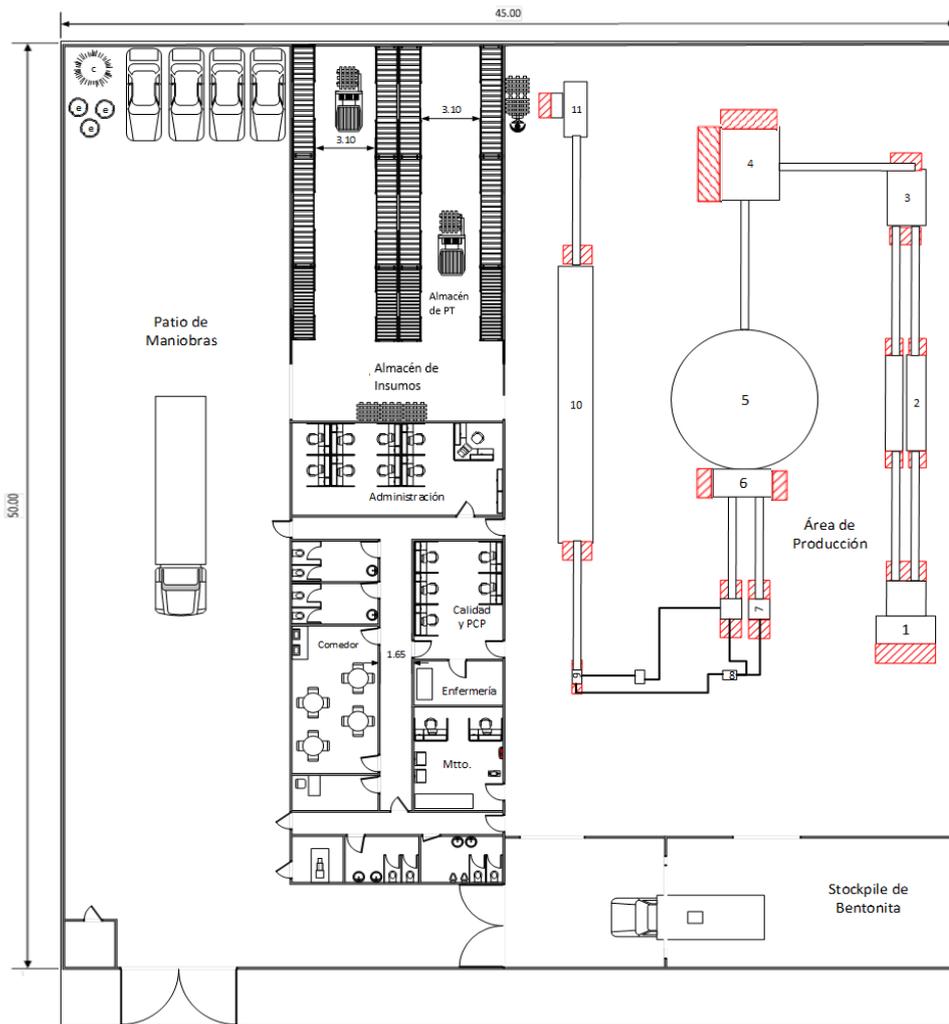
Elaboración propia

El área total requerida es 1,539 m2.

Haciendo algunos ajustes de áreas, ya que es necesario un margen para el cómodo transporte de del personal y de los materiales, además de un área de patio de maniobras de 711 m2, se tomó como área total 2,250 metros cuadrados.

Figura 5.8

Plano de la Planta



LEYENDA	
1. TRITURADORA DE MANDÍBULA	10. HORNO ROTATORIO
2. EXTRUSOR	11. ENSACADORA
3. TRITURADORA CÓNICA	12. FAJA TRANSPORTADORA
4. ALIMENTADOR VIBRATORIO	
5. MOLINO DE BOLAS	SUPERFICIE ESTÁTICA
6. TAMIZ VIBRATORIO	SUPERFICIE DE GRAVITACIÓN
7. SEDIMENTADOR	
8. BOMBA DE LODOS	
9. HIDROCICLÓN	

PLANO DE DISTRIBUCIÓN: PLANTA PROCESADORA DE BENTONITA PARA PERFORACIONES INDUSTRIALES			
ESCALA: 1:100	FECHA: 12/04/2016	DIBUJANTES: JOSE HERNÁNDEZ SANTA CRUZ PAOLO ROSADIO SESELIA	ÁREA: 2,250 m ²

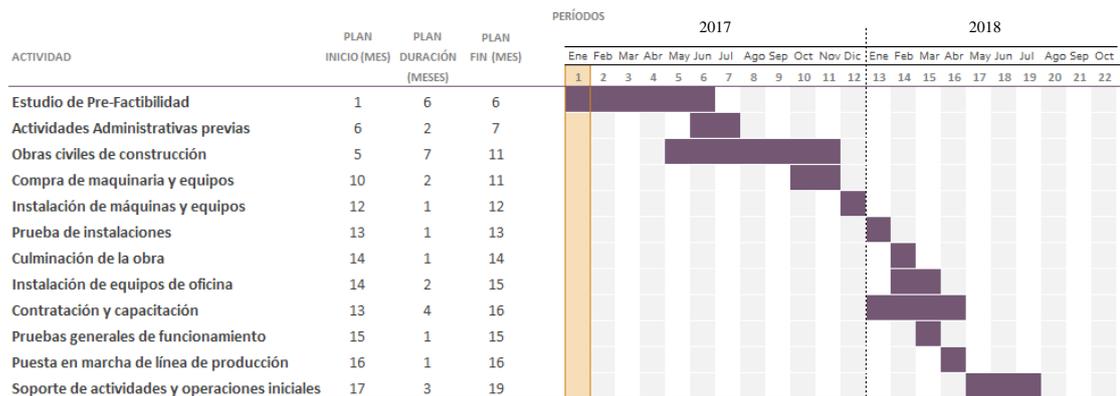
Elaboración propia.

5.12 Cronograma de Implementación del Proyecto

El proyecto inicia el 01 de enero del 2017 y culmina el 30 de julio del 2018. En el mes de abril ya se tiene la línea de producción andando. Los siguientes tres meses son de prueba de operaciones iniciales. A continuación, se muestra el diagrama de Gantt.

Figura 5.9

Diagrama de Gantt de Implementación del Proyecto



Elaboración propia.



CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

6.1. Organización Empresarial

Se optará por emplear la teoría de Fayol, “Organización Funcional”, como base teórica para el desarrollo de la estructura organizacional del proyecto. La teoría parte de la siguiente premisa de dividir el trabajo en tareas según funciones específicas, como por ejemplo las funciones principales de una empresa son: producción, comercialización, finanzas, contabilidad y recursos humanos.

Este diseño de organización demanda de una alta especialización del personal generando eficiencias en los procesos productivos o administrativos para empresas productoras de baja gama de productos y empresas pequeñas, aparte de facilitar la cadena de supervisión debido a que cada jefe o mando superior debe de vigilar por su cadena directa.

Las capacidades son otro punto a tocar dentro de la definición de la organización empresarial por eso mismo, para cada posición se deberá considerar el siguiente cuadro que complementaría la teoría de la organización funcional en la creación de nuestra estructura organizacional.

6.2. Requerimientos de Personal

Para el desarrollo de la estructura organizacional de la empresa se requerida una cantidad de personal para realizar todas las funciones administrativas, directivas y de servicios. A continuación, se detallará los puestos que serán necesarios en el proyecto para el funcionamiento de la empresa.

Cargos Directivos:

Gerencia: La gerencia estará compuesta por la gerencia general quien tendrá la función de planificación y estrategia de la empresa, aparte de integrar a cada una de las líneas funcionales: Producción, Comercial y Administración y Finanzas.

Jefatura: Dentro de la organización se encuentran tres jefaturas basadas en las tres líneas funcionales; el jefe de producción se encargará de los presupuestos y las planificaciones de producción mensual y anual, el jefe de comercial realizará el presupuesto del área y la planificación de ventas que será el input del área de producción y por último el área de finanzas velará por el control de los presupuestos, dinero de la empresa, la contratación y mantenimiento de personal.

Cargo Administrativo:

Mando medio: En esta ubicación se encuentran los supervisores, asistentes y vendedores. Dentro de sus actividades se encuentran: control de planificaciones, planeamiento de mantenimiento, aseguramiento de calidad, compras, supervisión del planeamiento diario, compras, ventas, control de flujos de caja, compensaciones entre otras actividades administrativas.

Cargo Operativo y de Servicios:

El cargo operativo son los técnicos y operativos; quienes ejecutan labores operativas como: acarreo de materiales, empleo de las maquinarias, labores de operativas de mantenimiento y apoyo diverso en actividades operativas.

Tabla 6.1

Cuadro de Requerimiento de Personal

Personal Administrativo	#Personal/Turno	Turnos	Total
Gerente General	1	1	1
Jefe de Producción	1	1	1
Jefe de Finanzas y RRHH	1	1	1
Jefe de Comercial	1	1	1
Vendedores	3	1	3
Asistente de Finanzas	1	1	1
Asistente de RRHH	1	1	1
Supervisor de Planta	1	1	1
Asistente de Operaciones	1	1	1
Asistente de Calidad	1	1	1
Supervisor de Calidad	1	1	1
Supervisor de Mantenimiento	1	1	1
Técnico de Mantenimiento	1	1	1
Total			15

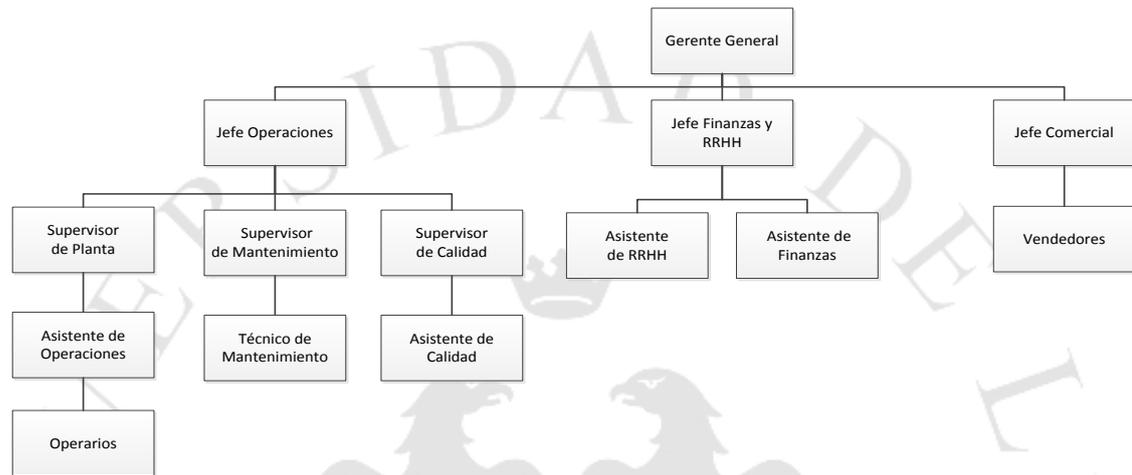
Elaboración propia

6.3. Estructura Organizacional

En la siguiente imagen se mostrará la estructura organizacional a través del organigrama de la empresa.

Figura 6.1

Organigrama



Elaboración propia

CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

7.1 Inversiones

7.1.1 Estimación de las Inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)

En el siguiente cuadro se especifican las inversiones en activos fijos y capital de trabajo, este último calculado por el método de Peter Timmerhaus.

Tabla 7.1

Cuadro de Inversión en Maquinaria

Item	FOB (\$)	Imp Flete (\$)	DAP (\$)	# Maq	Total (\$/)
Alimentador Vibratorio	6,600	1,364	7,964	1	28,272
Trituradora de Mandíbula	23,000	4,753	27,753	1	98,524
Trituradora de Cono	43,000	8,886	51,886	1	184,197
Tamiz Vibratorio	9,160	1,893	11,053	1	39,238
Extrusor	15,000	3,100	18,100	2	128,509
Alimentador	5,800	1,199	6,999	1	24,845
Molino de Bolas	56,000	11,573	67,573	1	239,884
Faja Transportadora	3,520	727	4,247	5	75,392
Cabina de Control	7,280	1,504	8,784	1	31,185
Máquina de Flotación	3,980	1,074	5,054	2	35,886
Horno Rotatorio	34,600	9,340	43,940	1	155,988
Hidrociclón	1,526	315	1,841	1	6,537
Bombas de Lodo	3,128	646	3,774	3	40,198
Ensacadora	4,000	827	4,827	1	17,135
Montacarga	15,000	0	15,000	1	53,250
Traspaleta	200	0	200	2	1,420
Cargador Frontal	40,000	0	40,000	1	142,000
TOTAL					1,302,460

Elaboración propia

Tabla 7.2

Inversión Total

Partidas	Costos S/.
Valor del equipo	1,302,460
Equipos Administrativos	47,350
Edificios (Servicios + Mejoras Terreno)	4,434,660
Terreno	439,313
Total Directo + Indirecto	6,223,782
Softwares e Implementación de sistemas	101,716
Consultorías, Estudios Previos y Licencias	67,810
Capital Fijo o Inmovilizado	6,393,308
Capital de Trabajo	483,559
Inversión Total	6,876,867

Elaboración propia.

La inversión total del proyecto es de S/. 6,876,867. El 40% de la inversión menos el capital de trabajo se financiará mediante un préstamo.

Tabla 7.3

Inversión en Muebles de Oficina

Mobiliario	Und.	Precio (S/)	Total (S/)
Computadoras	11	1,800	19,800
Impresoras	3	400	1,200
Archivadores	8	300	2,400
Aire Acondicionado	4	2,000	8,000
Escritorios	14	600	8,400
Sillas Móviles	11	300	3,300
Sillas Estáticas	15	150	2,250
Mesas Comedor	5	200	1,000
Sillas Comedor	25	40	1,000
TOTAL			47,350

Elaboración propia.

7.1.2 Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo)

El capital de trabajo debe incluir dinero suficiente para el pago de sueldos, para la compra de materiales e insumos al iniciar el proyecto y el pago de servicios públicos y subcontratados. Mediante el cálculo de Gasto Operativo Anual promedio y ciclo de caja se obtuvo un capital de trabajo de S/. 483,559.03. El ciclo de caja hallado fue de 51 días. Se obtuvo restando el ciclo operativo de 81 días (60 días de cuentas por cobrar más 21 días de rotación de inventario) menos el ciclo de pagos de 30 días. Se calculó el Gasto Operativo diario y se multiplicó por el ciclo de caja.

7.2 Costos de Producción

7.2.1 Costos de las Materias Primas

A continuación, se presenta un cuadro consolidado con los costos de la materia prima e insumos.

Tabla 7.4

Costos de Materia Prima

Año	Und	2017	2018	2019	2020	2021
Bentonita Bruta		5,592,09	5,722,60	6,106,933	6,517,06	6,725,12
	Kg	6	8		9	3
Precio Unitario	S/ - kg	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Costo Bentonita Bruta	S/	447,368	457,809	488,555	521,366	538,010
Agua	m3	669.04	684.65	730.64	779.70	804.60
Precio Unitario	S/-m3	6.97	6.97	6.97	6.97	6.97
Costo Agua	S/	4,663	4,772	5,093	5,435	5,608
Hexametfosfato de Sodio	Kg	55,753	57,055	60,886	64,975	67,050
Precio Unitario	S/ - kg	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91
Costo Hexametfosfato de Sodio	S/	217,717	222,798	237,761	253,729	261,829
PHPA	Kg	6,757	6,915	7,379	7,875	8,126
Precio Unitario	S/ - kg	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33
Costo PHPA	S/	35,983	36,822	39,295	41,934	43,273
SPA	Kg	27,029	27,660	29,518	31,500	32,506
Precio Unitario	S/ - kg	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33
Costo SPA	S/	143,931	147,290	157,182	167,738	173,093
Bolsa 50Kg	Und.	78,950	80,793	86,219	92,010	94,948
Precio Unitario	S/-Und	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Costo Bolsas 50kg	S/	55,265	56,555	60,353	64,407	66,464
Costo Total Insumos	S/	904,926	926,046	988,239	1,054,60	1,088,27

Elaboración propia.

7.2.2 Costo de la Mano de Obra Directa

Como se determinó previamente son 12 operarios que operan la planta.

Tabla 7.5

Costo de Mano de Obra Directa

Posición	Cantidad	Sueldo Bruto (S/)	Factor	Sueldo Anual (S/)
Personal Operativo	12	900	1.3742	178,096

Elaboración propia

7.2.3 Costo Indirecto de fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta)

Para el costo de agua se tomó los datos de la empresa EPS Grau cuyo costo por m³ (contando servicios de agua potable y alcantarillado) es de S/. 6.97. En este servicio se tomó solo en consideración el consumo no operativo y administrativo.

Así mismo en lo que se refiere al consumo de energía eléctrica se tomó en cuenta la potencia de las máquinas y el uso de energía eléctrica no operativa y administrativa después de calcular el consumo en el capítulo 5.

A continuación, se muestra un cuadro con el resumen de consumo y costo anual.

Tabla 7.6

Resumen de Costos de Servicios de Energía Eléctrica y Agua

Item	2017	2018	2019	2020	2021
Energía Eléctrica Administrativo (KW)	7,274.40	7,274.40	7,274.40	7,274.40	7,274.40
Costo Energía Eléctrica Admin (S/)	1,318	1,318	1,318	1,318	1,318
Energía Eléctrica Planta (KW)	812,986	867,586	925,852	988,031	1,054,387
Costo Energía Eléctrica Planta (S/)	182,922	195,207	208,317	222,307	237,237
Consumo de Agua Administrativo (m ³)	638.47	638.47	638.47	638.47	638.47
Costo agua administrativo (S/)	4,450	4,450	4,450	4,450	4,450

Elaboración propia

Mano de Obra Indirecta

Se considera a los empleados que no participan directamente en la producción y los empleados del área administrativa. Se consideró un factor de 1.37 que considera la proporción de aporte social de la empresa a sus empleados.

Tabla 7.7

Costo de Mano de Obra Indirecta

Posición	Cantidad	Sueldo Bruto (S/)	Factor	Sueldo Anual (S/)
Gerente General	1	12,000	1.3742	197,885
Jefe de Producción	1	6,000	1.3742	98,942
Jefe de Finanzas y RR.HH	1	6,000	1.3742	98,942
Jefe de Comercial	1	6,000	1.3742	98,942
Vendedores	3	2,000	1.3742	98,942
Asistentes de Finanzas	1	1,500	1.3742	24,736
Asistente de RR.HH	1	1,500	1.3742	24,736
Supervisor de Planta	1	3,000	1.3742	49,471
Supervisor de Calidad	1	3,000	1.3742	49,471
Supervisor de Mantenimiento	1	3,000	1.3742	49,471
Asistente de Operaciones	1	1,500	1.3742	24,736
Asistente de Calidad	1	1,500	1.3742	24,736
Asistente de Mantenimiento	1	1,500	1.3742	24,736
Total	15	-	-	865,746

Elaboración propia.

7.3 Presupuestos Operativos

7.3.1 Presupuesto de Ingreso por Ventas

El valor de venta se ha fijado en S/. 1.42 el kilogramo de bentonita para lodos de perforación en presentaciones de bolsas de 50 kilogramos, con lo que se obtiene un valor de venta por bolsa de S/. 71.00 por el primer año, el siguiente año se incrementará a S/. 74.55 la bolsa de 50 kilogramos.

Tabla 7.8

Presupuesto de Ingreso por Ventas

Año	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas und 50kg	75,709	80,793	86,219	92,010	98,189
Valor de Venta (S/)	71.00	74.55	74.55	74.55	74.55
Ventas (S/)	5,375,339	6,023,118	6,427,626	6,859,346	7,319,990

Elaboración propia.

7.3.2 Presupuesto Operativos de Costos

Tabla 7.9

Presupuesto de Depreciación Fabril

Concepto	Costo Total (S/)	Dep.	2017	2018	2019	2020	2021	VL
Alimentador Vibratorio	28,272	20%	5,654	5,654	5,654	5,654	5,654	0
Trituradora de Mandíbula	98,524	20%	19,705	19,705	19,705	19,705	19,705	0
Trituradora de Cono	184,197	20%	36,839	36,839	36,839	36,839	36,839	0
Tamiz Vibratorio	39,238	20%	7,848	7,848	7,848	7,848	7,848	0
Extrusor	128,509	20%	25,702	25,702	25,702	25,702	25,702	0
Alimentador	24,845	20%	4,969	4,969	4,969	4,969	4,969	0
Molino de Bolas	239,884	20%	47,977	47,977	47,977	47,977	47,977	0
Faja Transportadora	75,392	20%	15,078	15,078	15,078	15,078	15,078	0
Cabina de Control	31,185	20%	6,237	6,237	6,237	6,237	6,237	0
Máquina de Flotación	35,886	20%	7,177	7,177	7,177	7,177	7,177	0
Horno Rotatorio	155,988	20%	31,198	31,198	31,198	31,198	31,198	0
Hidrociclón	6,537	20%	1,307	1,307	1,307	1,307	1,307	0
Bombas de Lodo	40,198	20%	8,040	8,040	8,040	8,040	8,040	0
Ensacadora	17,135	20%	3,427	3,427	3,427	3,427	3,427	0
Montacarga	53,250	20%	10,650	10,650	10,650	10,650	10,650	0
Traspaleta	1,420	20%	284	284	284	284	284	0
Cargador Frontal	142,000	20%	28,400	28,400	28,400	28,400	28,400	0
Terreno	439,313	20%	0	0	0	0	0	439,313
Edificación	3,551,243	5%	177,562	177,562	177,562	177,562	177,562	2,663,432
Depreciación (S/)			438,054	438,054	438,054	438,054	438,054	3,102,744

Elaboración propia

Tabla 7.10

Presupuesto de Depreciación No Fabril

Ítem	Costo Total (S/)	Dep.	2017	2018	2019	2020	2021	VL
Computadoras	19,800	20%	3,960	3,960	3,960	3,960	3,960	0
Impresoras	1,200	20%	240	240	240	240	240	0
Archivadores	2,400	20%	480	480	480	480	480	0
Aire Acondicionado	8,000	20%	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	0
Escritorios	8,400	20%	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	0
Sillas Móviles	3,300	20%	660	660	660	660	660	0
Sillas Estáticas	2,250	20%	450	450	450	450	450	0
Mesas Comedor	1,000	20%	200	200	200	200	200	0
Sillas Comedor	1,000	20%	200	200	200	200	200	0
Depreciación (S/)			9,470	9,470	9,470	9,470	9,470	0

Elaboración propia.

Tabla 7.11

Presupuesto de Amortización de Intangibles

Item	Costo Total (S/)	Dep.	2017	2018	2019	2020	2021	VL
Consultorías, Estudios Previos y Licencias	101,716	20%	20,343	20,343	20,343	20,343	20,343	0
Softwares e Implementación de sistemas	67,810	20%	13,562	13,562	13,562	13,562	13,562	0
Amortización (S/)			33,905	33,905	33,905	33,905	33,905	

Elaboración propia.

Tabla 7.12

Presupuesto de Producción (Incluye Depreciación, Costo de Materia Prima, Costo de Mano de Obra y Costos Indirectos de Fabricación)

Años	2017	2018	2019	2020	2021
Bentonita Bruta (S/)	447,368	457,809	488,555	521,366	538,010
Agua (S/)	4,663	4,772	5,093	5,435	5,608
Hexametáfosfato de Sodio (S/)	217,717	222,798	237,761	253,729	261,829
PHPA (S/)	35,983	36,822	39,295	41,934	43,273
SPA (S/)	143,931	147,290	157,182	167,738	173,093
Bolsa 50Kg (S/)	55,265	56,555	60,353	64,407	66,464
Energía Eléctrica	188,732	201,017	214,127	228,117	243,047
Costos Variables Directos (S/)	1,093,658	1,127,063	1,202,365	1,282,725	1,331,323
Mano de Obra Directa (S/)	178,096	178,096	178,096	178,096	178,096
Costo Directos (S/)	1,271,754	1,305,159	1,380,462	1,460,822	1,509,420
Mano de Obra Indirecta (S/)	346,298	346,298	346,298	346,298	346,298
Servicios (S/)	19,696	19,696	19,696	19,696	19,696
Seguridad (S/)	54,000	54,000	54,000	54,000	54,000
Mantenimiento (S/)	52,098	52,098	52,098	52,098	52,098
Costos Indirectos (S/)	472,093	472,093	472,093	472,093	472,093
Costo Directo + Indirecto (S/)	1,743,847	1,777,252	1,852,554	1,932,914	1,981,512
Depreciación Fabril (S/)	438,054	438,054	438,054	438,054	438,054
Costo D+I+Depreciación Fabril (S/)	2,181,901	2,215,306	2,290,608	2,370,968	2,419,566
Und de Bolsas 50Kg de Bento	75,709	80,793	86,219	92,010	98,189
Costo Unitario Bolsa 50Kg (S/)	28.82	27.42	26.57	25.77	24.64
Costo Unitario Kg (S/)	0.58	0.55	0.53	0.52	0.49

Elaboración propia.

7.3.3 Presupuesto Operativo de Gastos

Tabla 7.13

Presupuestos Operativos Administrativos

Año	2017	2018	2019	2020	2021
Mano Obra Ventas (S/)	519,448	519,448	519,448	519,448	519,448
Costo Variable (S/)	53,753	60,231	64,276	68,593	73,200
Servicios (S/)	57,914	57,914	57,914	57,914	57,914
Logística (S/)	757,090	807,936	862,196	920,100	981,893
Subtotal (S/)	1,388,205	1,445,528	1,503,834	1,566,055	1,632,455
Depreciación no fabril (S/)	9,470	9,470	9,470	9,470	9,470
Amortización intangibles (S/)	33,905	33,905	33,905	33,905	33,905
Total (S/)	1,431,580	1,488,904	1,547,209	1,609,430	1,675,830

Elaboración propia

7.4 Presupuestos Financieros

7.4.1 Presupuesto de Servicio de Deuda

Tabla 7.14

Servicio de Deuda

Año	2017	2018	2019	2020	2021
Préstamo (S/)	2,557,323	2,146,693	1,690,894	1,184,956	623,366
Amortización (S/)	410,630	455,799	505,937	561,591	623,366
Interés (S/)	281,306	236,136	185,998	130,345	68,570
Pago (S/)	691,936	691,936	691,936	691,936	691,936

Elaboración propia.

7.4.2 Presupuesto de Estado de Resultados

Tabla 7.15

Estado de Resultados

Años	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas	5,375,339	6,023,118	6,427,626	6,859,346	7,319,990
[-] Costo de ventas	(2,181,901)	(2,215,306)	(2,290,608)	(2,370,968)	(2,419,566)
Utilidad bruta	3,193,438	3,807,812	4,137,018	4,488,377	4,900,424
Gastos generales	(1,431,580)	(1,488,904)	(1,547,209)	(1,609,430)	(1,675,830)
Gastos financieros	(281,306)	(236,136)	(185,998)	(130,345)	(68,570)
UAIYP	1,480,552	2,082,811	2,403,811	2,748,602	3,156,024
Participaciones (10%)	(148,055)	(208,277)	(240,381)	(274,860)	(315,602)
UAI	1,332,497	1,874,495	2,163,430	2,473,742	2,840,421
[-] Impuestos	(399,749)	(562,349)	(649,029)	(742,122)	(852,3126)
Utilidad neta	932,748	1,312,147	1,514,401	1,731,619	1,988,295
Reserva Legal (10%)	(93,275)	(131,215)	(151,440)	(173,162)	(198,829)
Utilidad Neta de RL	839,473	1,180,932	1,362,961	1,558,457	1,789,465

Elaboración propia.

7.4.3 Presupuesto de Estado de Situación Financiera

Tabla 7.15

Estado de Situación Financiera

Activos Corrientes (S/)		Pasivo Corriente (S/)	
Caja	483,559	Deuda Banco Corto Plazo	410,630
Inventario	0		
Cuentas por cobrar	0		
Activos No Corrientes (S/)		Pasivo No Corriente (S/)	
Edificación	4,434,660	Deuda Banco Largo Plazo	2,146,693
Consultorías, estudios previos y licencias	67,810	Patrimonio	4,319,544
Softwares e implementación de sistemas	101,716	Reserva Legal	0
Maquinarias	1,302,460	Utilidad	0
Mobiliario Administrativo	47,350	Capital Social	4,319,544
Terreno	439,313		
Activo (S/)	6,876,867	Pasivo (S/)	2,557,323
Total Activo (S/)	6,876,867	Patrimonio (S/)	4,319,544
		Total Pasivo + Patrimonio (S/)	6,876,867

Elaboración propia

7.4.4 Flujo de caja de corto plazo

Tabla 7.16

Flujo de caja de corto plazo

Item	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Saldo Inicial		483,559	290,251	5,804	169,303	332,801
Capital trabajo	483,559					
Ventas				447,945	447,945	447,945
Costos		(54,182)	(145,321)	(145,321)	(145,321)	(145,321)
Gastos financieros		(23,442)	(23,442)	(23,442)	(23,442)	(23,442)
Gastos administrativos		(115,684)	(115,684)	(115,684)	(115,684)	(115,684)
Saldo final	483,559	290,251	5,804	169,303	332,801	496,300

Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
496,300	659,798	823,296	986,795	1,150,293	1,313,792	1,477,290

447,945	447,945	447,945	447,945	447,945	447,945	447,945
(145,321)	(145,321)	(145,321)	(145,321)	(145,321)	(145,321)	(145,321)
(23,442)	(23,442)	(23,442)	(23,442)	(23,442)	(23,442)	(23,442)
(115,684)	(115,684)	(115,684)	(115,684)	(115,684)	(115,684)	(115,684)
659,798	823,296	986,795	1,150,293	1,313,792	1,477,290	1,640,788

Elaboración propia.

7.5 Flujo de Fondos Netos

Se muestra el estado de resultados en los cinco años de proyecto.

7.5.1 Flujo de Fondos Económicos

Tabla 7.17

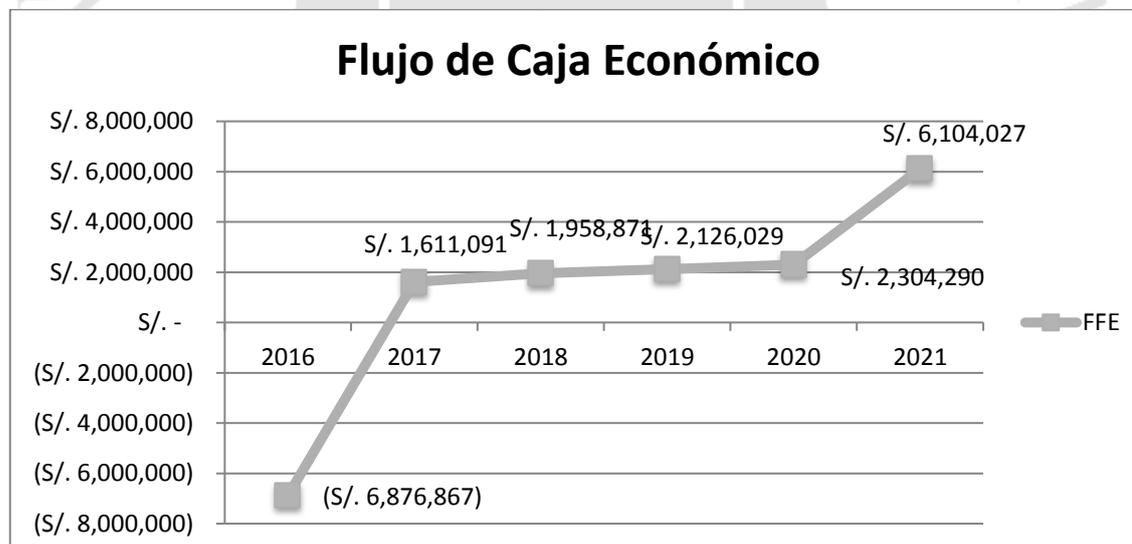
Flujo de Fondo Económico

Años	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inversión (S/)	(6,876,867)					
U. Neta (S/)		932,748	1,312,147	1,514,401	1,731,619	1,988,295
Depreciación Fabril (S/)		438,054	438,054	438,054	438,054	438,054
Depreciación No Fabril (S/)		9,470	9,470	9,470	9,470	9,470
Amortización de intangibles (S/)		33,905	33,905	33,905	33,905	33,905
Interés deuda (70%) (S/)		196,914	165,295	130,199	91,242	47,999
Valor en libros (S/)						3,102,744
Capital de trabajo (S/)						483,559
FFE	(6,876,867)	1,611,091	1,958,871	2,126,029	2,304,290	6,104,027

Elaboración propia.

Figura 7.1

Gráfico de Flujo de Fondo Económico



Elaboración propia.

7.5.2 Flujo de Fondos Financieros

Para el cálculo del flujo de fondo financiero se tomó como fuente de financiamiento el programa PROBID de COFIDE que ofrece una TEA del 11.0% representando el 40% de la inversión menos el capital de trabajo. Así mismo el capital social, que representa el restante de la inversión, tiene un costo de oportunidad del 14.35% obtenido mediante el método CAPM, considerando un beta del mercado de 1.26, un riesgo país de 2.23% y una tasa libre de riesgo de 9.62%. El CPPC es de 12.34%.

Tabla 7.18

Inversión

Inversión (S/)	6,876,867	Financiamiento		
Activo Fijo (S/)	6,393,308	Préstamo (S/)	40%	2,557,323
Capital de Trabajo (S/)	483,559	Capital Social (S/)	60%	4,319,544

Elaboración propia.

Tabla 7.19

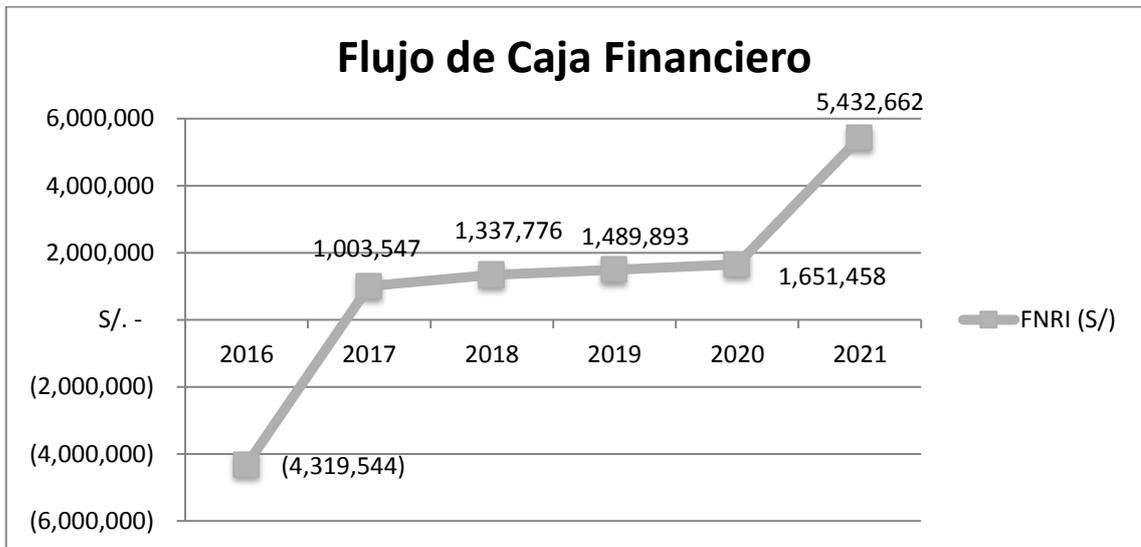
Flujo de Fondo Financiero

Años	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inversión (S/)	(4,319,544)					
U. Neta (S/)		932,748	1,312,147	1,514,401	1,731,619	1,988,295
Depreciación Fabril (S/)		438,054	438,054	438,054	438,054	438,054
Depreciación No Fabril (S/)		9,470	9,470	9,470	9,470	9,470
Amortización de intangibles (S/)		33,905	33,905	33,905	33,905	33,905
Valor en libros (S/)						3,102,744
Capital de trabajo (S/)						483,559
[-] Amortización deuda (S/)		(410,630)	(455,799)	(505,937)	(561,591)	(623,366)
FNRI (S/)	(4,319,544)	1,003,547	1,337,776	1,489,893	1,651,458	5,432,662

Elaboración propia.

Figura 7.2

Gráfico de Flujo de Fondo Financiero



Elaboración propia.



CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

8.1 Evaluación Económica: VAN, TIR, B/C, PR

Tabla 8.1

Evaluación Económica

VNA (S/)	8,798,576
VAN Económico (S/)	1,921,709
TIR Económico	23.25%
B/C	1.28
Periodo de Recupero	4.4 años

Elaboración propia.

8.2 Evaluación Financiera: VAN, TIR, B/C, PR

Tabla 8.2

Evaluación Financiera

VNA (S/)	6,641,639
VAN Financiero (S/)	2,322,095
TIR Financiera	29.66%
B/C	1.54
Periodo de Recupero	4.1 años

Elaboración propia.

8.3 Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto.

Tabla 8.3

Indicadores Económicos y Financieros

Ratios Liquidez	
Razón Corriente	1.18
Razón ácida	1.18
Ratios Solvencia	
Solvencia	2.69
Rentabilidad	
Beneficio sobre ventas	0.17
Rentabilidad económica	0.19
Rentabilidad sobre activos	0.14

Elaboración propia.

La razón corriente indica la capacidad que tiene la empresa para afrontar su deuda a corto plazo. Los valores recomendables de este ratio están es alrededor de 1. El valor calculado es de 1.18, estando dentro de los valores aceptables demostrando una capacidad considerable de la empresa de atender sus deudas a corto plazo, demostrando al mismo tiempo que no tiene exceso de dinero sin invertir.

La razón ácida trata de realizar el mismo ejercicio que el ratio anterior pero de manera más rígida, restando los inventarios. En el presente proyecto, el ratio no cambia debido a que el inventario es nulo al inicio del proyecto.

En lo que refiere a ratios de solvencia, la solvencia define que tan endeudada se encuentra la empresa en términos generales de corto y largo plazo. La cifra presentada de 2.69 demuestra que la empresa controla sus deudas de manera acertada por tener activos sobre los pasivos totales.

Finalmente, los ratios de rentabilidad consideran los beneficios sobre ventas. El presente proyecto muestra un ratio de 0.17 mostrando que la empresa genera un buen margen neto de utilidad teniendo ventas que cubren los gastos, costos fácilmente. El control de calidad de procesos hace posible los bajos costos de producción, aportando un buen ratio de beneficio sobre ventas. Finalmente, el activo muestra una rentabilidad positiva al influir de manera eficiente las ventas que la compañía genera, demostrando una inversión sólida y acertada del proyecto.

8.4 Análisis de Sensibilidad del Proyecto

Para el análisis de sensibilidad se planearon tres escenarios: pesimista, más probable y optimista. Se propusieron condiciones de distintas proyecciones de ventas para cada escenario nuevo (pesimista y optimista) y se conservó el escenario actual para el escenario más probable.

En la siguiente tabla se ve cómo los diferentes escenarios varían las ventas y la utilidad neta.

Tabla 8.4

Condiciones Escenarios Optimista y Pesimista

Escenario Optimista					
Escenario	100%	100%	105%	110%	115%
Años	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas (S/)	5,375,339	6,023,118	6,749,008	7,545,280	8,417,988
Utilidad Neta (S/)	932,748	1,312,147	1,714,846	2,159,436	2,673,117
FNRI (S/)	1,003,547	1,337,776	1,690,338	2,079,275	6,117,484
FFE (S/)	1,611,091	1,958,871	2,326,474	2,732,107	6,788,848

Escenario Pesimista					
Escenario	85%	90%	95%	95%	100%
Años	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas (S/)	4,569,038	5,420,806	6,106,245	6,516,378	7,319,990
Utilidad Neta (S/)	429,858	936,485	1,313,955	1,517,710	1,988,295
FNRI (S/)	500,657	962,114	1,289,447	1,437,549	5,431,520
FFE (S/)	1,108,201	1,583,209	1,925,583	2,090,381	6,102,884

Elaboración propia

Con los escenarios presentados se calculó en cada uno las evaluaciones económicas y financieros correspondientes, calculando el VAN, TIR y B/C como se ve en el siguiente cuadro.

Tabla 8.5

Indicadores de Escenarios Planteados

Escenario	Análisis Financiero			Análisis Económico		
	Probabilidad			Probabilidad		
Optimista	VAN (S/)		3,056,632	VAN (S/)		2,656,246
	TIR	16.70%	33.41%	TIR	16.70%	26.12%
	PR		4.0	PR		4.2
Probable	VAN (S/)		2,322,095	VAN (S/)		1,921,709
	TIR	66.70%	29.66%	TIR	66.70%	23.25%
	PR		4.1	PR		4.4
Pesimista	VAN (S/)		1,336,415	VAN (S/)		936,029
	TIR	16.70%	22.81%	TIR	16.70%	18.58%
	PR		4.5	PR		4.7

Elaboración propia.

Con los resultados obtenidos se realizó el cálculo de valores ponderados resultado del análisis de sensibilidad. Se utilizó el método PERT y una distribución beta para el cálculo de los indicadores económicos y financieros finales resultando en el siguiente cuadro.

Tabla 8.6

Resultados de Análisis de Sensibilidad

	Financiero	Económico
VAN (S/)	2,280,238	1,879,852
TIR	29.15%	22,95%
PR	4.43	4.51

Elaboración propia.



CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

9.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto

El área de influencia del proyecto se define tomando en cuenta el impacto social de éste en dos acercamientos: Área de influencia directa y área de influencia indirecta sobre el mapa de la zona de interés, ubicado en la provincia de Piura como se mencionó en el capítulo 3 posteriormente identificando los stakeholders involucrados siguiendo con una medición del nivel de influencia, impacto e interés de éstos en el análisis de Impacto del Proyecto.

El área de influencia directa está constituida por el área de construcción de la infraestructura del proyecto y sus alrededores. La planta con un área de 2,250 m² representa el total de la infraestructura del proyecto. El área de influencia indirecta está constituida por las zonas contiguas al terreno de la planta en la provincia de Piura completando el área total de la provincia (621 km²), ciudad de clima cálido con una zona céntrica urbana conectada a través de la principal red de transporte terrestre: la carretera Panamericana Norte. Esta área extendida abarca también a los proveedores de la materia prima principal debido a la cercanía a las canteras.

Figura 9.1

Provincia de Piura: Área total de influencia del proyecto



Fuente: Google Maps, (2014).

9.2 Análisis de Indicadores Sociales

El desarrollo del proyecto involucra un impacto social. El objetivo de la evaluación del impacto social yace en cómo identificar, evitar y mejorar los resultados, en un proceso progresivo, de las comunidades afectadas por el proyecto. Debe existir un enfoque a largo plazo y constante que promueva el beneficio de los resultados de la práctica también a las comunidades y la población. En esta sección se analiza dicho impacto desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo.

En el punto de vista cualitativo uno de los enfoques principales es el del beneficio a los accionistas y los demás stakeholders. La generación de empleo es una muestra rápida ya discutida en la sección anterior donde se observa un impacto positivo social. Extendiéndose a los demás stakeholders los proveedores de bentonita obtendrían contratos de provisión del material a mediano plazo, con lo cual asegurarían la continuidad y mejora de sus negocios. Los contratos de adquisición de costo fijo con incentivos impulsarían el compromiso de los proveedores con la empresa, al tener la posibilidad de recibir incentivos económicos con la pronta provisión del material y con la calidad requerida, contando siempre con las regulaciones impuesta por el estado, impulsando así también la formalización de las empresas que tienen propiedades de canteras en la zona.

El mismo hecho de ser pioneros en desarrollar un producto de alto grado en el país con materia prima nacional impulsaría el consumo de producto peruano con lo cual el siguiente actor social beneficiado es el estado. Por medio del impuesto a la renta y el impuesto general a las ventas (IGV) se estaría contribuyendo a las arcas del estado.

Contando con un Manual de Responsabilidad Social Corporativa describiendo las mejores prácticas y actividades con las cuales la empresa tenga una repercusión positiva en la sociedad se busca impulsar este aspecto. Se toma especial consideración con los servidores de la empresa con actividades que buscan aumentar el bienestar de los empleados, como chequeos médicos periódicos, actividades de integración y planes de incentivos y programas de formación continua, respetando siempre los derechos de cada individuo, tratando con equidad a cada persona procurando tanto el desarrollo de cada uno a la par con el desarrollo integral de la empresa.

El proyecto busca seguir de forma integral la norma ISO 26000:2010, estándar internacional con las mejores prácticas de responsabilidad social empresarial. Dentro de los principios que menciona la norma ISO 26000:2010 la empresa se compromete a tener una gestión transparente, ética, respetuosa con los diversos intereses de los distintos stakeholders (utilizando técnicas de manejo de conflictos en casos donde estos intereses entre en conflicto directamente entre distintos grupos de stakeholders), respeto por las normas de trabajo establecidas por el estado y respeto por los derechos humanos tomando siempre en cuenta posibles diferencias culturales y respeto por la diversidad de género.

Finalmente, los estándares de calidad que sigue el proyecto en el proceso de producción aseguran que se cumpla con lo establecido en el estándar API 13A, con las advertencias adecuadamente informadas a los clientes respecto al uso y manipulación del producto.

Desde el punto de vista cuantitativo se busca mostrar los impactos positivos que el proyecto aporta a la comunidad social a través del análisis de valor agregado. Este análisis refleja el valor que el proyecto brinda a la sociedad peruana de manera cuantificada y medible tomando en cuenta las siguientes variables sociales empresariales: utilidad después de impuesto, sueldos, salarios, gastos financieros, servicios, depreciación, amortización e impuestos.

El siguiente cuadro muestra el análisis de valor agregado.

Tabla 9.1

Análisis de Valor Agregado

Año	2017	2018	2019	2020	2021
Salarios (MOI+MOD)	524,395	524,395	524,395	524,395	524,395
Sueldos	519,448	519,448	519,448	519,448	519,448
Depreciación	481,429	481,429	481,429	481,429	481,429
Servicios	188,372	188,480	188,801	189,143	189,316
Interés	281,306	236,136	185,998	130,345	68,570
Amortización	410,630	455,799	505,937	561,591	623,366
Impuestos	399,749	562,349	649,029	742,122	852,126
Utilidad Neta	932,748	1,312,147	1,514,401	1,731,619	1,988,295
Valor Agregado	3,738,075	4,280,183	4,569,438	4,880,092	5,246,945
VNA	17,427,750				

Elaboración propia.

La tasa de descuento social considerada es de 9%

En los siguientes cuadros se presentan tres indicadores sociales (densidad de capital, intensidad de capital, relación producto capital) y el análisis hecho a partir de ellos.

Tabla 9.2

Densidad de Capital

Densidad de Capital	254,699
Inversión total (S/)	6,876,867
# Trabajadores	27

Elaboración propia.

Este indicador muestra el nivel de inversión de necesario para crear un puesto de trabajo. Se observa que se requiere una inversión de S/. 254,699 por cada puesto de trabajo generado. Este número es bastante beneficioso para el proyecto porque si tomamos en cuenta un sueldo promedio mensual de S/. 2,500 en la planilla del presente proyecto, anualmente esto significaría un gasto de S/. 41,100 (tomando en cuenta el factor de 1.37) significando una diferencia de S/. 213,599 contra el indicador de densidad de capital.

Tabla 9.3

Intensidad de Capital

Intensidad de Capital	0.39
Inversión total (S/)	6,876,867
Valor agregado (S/)	17,427,750

Elaboración propia.

La intensidad de capital permite medir el grado de aporte del proyecto para generar valor agregado a través del nivel de inversión. De esta manera al ser el indicador menor a uno el proyecto genera mayor valor agregado que la inversión inicial.

Tabla 9.4

Relación Producto-Capital

Relación Producto-Capital	2.53
Inversión total (S/)	6,876,867
Valor agregado (S/)	17,427,750

Elaboración propia.

Finalmente, el indicador de relación producto-capital cuantifica cuantas veces más que la inversión total el proyecto general valor agregado. Como muestra el cuadro precedente, el valor agregado es 2.53 veces mayor que la inversión necesaria para el proyecto, mostrando un indicador positivo y beneficioso en el impacto social que el proyecto tiene.



CONCLUSIONES

El presente proyecto es tecnológica y económicamente viable debido a que se obtuvo una tasa interna de retorno financiera del 29.66% siendo mayor al costo de oportunidad de 14.35%. Esto se debe a dos factores principales: el bajo costo de la materia prima y gastos administrativos y el bajo precio de los terrenos en Piura.

El Perú es un país con gran riqueza minera. Sin embargo, la minería no metálica aún se encuentra en las primeras etapas de desarrollo, siendo la minería metálica la más desarrollada con grandes capitales extranjeros como la firma norteamericana BHP Billington y la suiza Glencore Xstrata. Uno de los minerales no metálicos con mayor potencial es la bentonita, importante por sus propiedades únicas de absorción y tixotropía, con un gran número de usos industriales. Aunque la explotación de bentonita es prácticamente nacional, las aplicaciones incluyen firmas extranjeras, desde farmacéuticas hasta petroleras. Es precisamente en este punto donde se encuentra el gran potencial en la explotación y procesamiento de bentonita.

El incremento en las exploraciones mineras y petroleras incrementan a su vez la demanda de bentonita para su uso en los lodos de perforación. Sin embargo, la gran mayoría es importada debido a que aún no se cuenta con una producción nacional lo suficientemente desarrollada como para competir con la bentonita de calidad internacional regido bajo estándares de la API y Petrobras. Es justamente esta debilidad la que se debe convertir en fortaleza, revolucionando la industria de explotación y procesamiento de minerales no metálicos en especial la bentonita, uno de los recursos minerales peruanos de mayor potencial con una demanda que se estima crezca por lo menos en un 5% año a año.

Existe una gran aceptación de bentonita nacional para lodos de perforación con especificaciones internacionales por parte de empresarios nacionales del rubro de exploraciones mineras y petroleras. Con un porcentaje de aceptación del producto del 67.36% se encuentra un mercado que apoya a la industria nacional, confirmando la oportunidad que guarda el potencial de la producción sostenida y desarrollada de bentonita en el país.

La tecnología necesaria para llevar a cabo el proyecto existe y se encuentra en gran volumen provisto de empresas chinas. Es imperativa la importación de maquinaria para contar con la tecnología necesaria para el desarrollo del proyecto.

La mejor localización para este proyecto es Piura, debido principalmente a la cercanía tanto a la materia prima, como a los clientes porque la mayoría de exploraciones petroleras se encuentra en el norte del Perú. Para el caso de exploraciones de gas en el centro y sur del Perú, es preferible el transporte de bentonita ya empacada y procesada; el transporte de bentonita sin procesar y sin estar empacada no solo incrementaría la merma durante el transporte, sino alteraría las propiedades de la bentonita al estar expuesta a la intemperie en condiciones diversas sin control.

La gran capacidad de procesamiento de la maquinaria existente la omite de ser potenciales limitantes en el tamaño de planta, siendo en este caso la demanda el factor que define el tamaño de planta.

La estrategia a tener en cuenta es la de economía de escala, al ofrecer, gracias al bajo costo de la materia prima, productos de bajo precio en altos volúmenes que sean competitivos con los del mercado internacional que suelen venderse a precios superiores.

RECOMENDACIONES

El estado peruano debe promover la explotación de los minerales no metálicos, en especial de la bentonita mejorando la infraestructura vial y energética esencial para el desarrollo de industrias y en línea con el proceso de descentralización nacional.

Se le debería otorgar información y capacitaciones a directores regionales acerca del potencial de cada región, en especial de las regiones de la franja costera ricas en bentonita, que permita conocer la existencia y beneficios de una industria de producción de bentonita que incluso al largo plazo pueda exportarse y posicionar al país como productores importantes de bentonita para la industria petrolera y minera.

Se debería formalizar la extracción de minerales no metálicos, poniendo una mayor rigurosidad en el control de dicha explotación. De esta manera se obtendrían datos más acordes a la realidad para futuras investigaciones y proyectos referentes al tema de estudio.

Es aconsejable aprovechar la gran disponibilidad que existe a patentes de diversos países y motores de búsqueda virtuales y aprovechar esta información en la elaboración de procesos de producción. Paralelamente el incentivo de la investigación y desarrollo en procesos de extracción de arcillas en el Perú es algo fundamental para aprovechar uno de nuestros recursos más preciados, pero menos explotados: las arcillas.

Es importante realizar un análisis minucioso de localización de planta debido a que de esta manera se logra optimizar y aprovechar en la mejor manera los recursos de los que se provee tomando en cuenta factores claves como la disponibilidad de materia prima y la cercanía al mercado.

En la medida de lo posible debe poderse replicar el proceso en un laboratorio, a fin de confirmar las ventajas descritas en las diversas patentes estudiadas. Debe implementarse un riguroso control de toma de muestra de laboratorio periódicamente con el fin de asegurar una calidad óptima dentro de las especificaciones y capturar la demanda.

Para el desarrollo del presente proyecto se recomienda disponer de una fuente de capital propio de al menos el 60% de la inversión en activos fijos y capital de trabajo y una fuente financiera que disponga de la diferencia de inversión. Además, se recomienda gestionar el proyecto bajo las prácticas del PMI durante la implementación e instalación de la planta, para asegurar la adquisición de contratos de ventas con los cuales iniciar al momento de culminar la instalación de la planta. Así mismo es recomendable la continua búsqueda de clientes y un gran apoyo del área de calidad para mantener la reputación de la empresa producto del proyecto.



REFERENCIAS

- American Petroleum Institute. (Agosto de 2010). *API Specification 13A 18th Edition*. Recuperado de API: <http://www.api.org>
- Díaz Valdiviezo, A., & Ramírez Carrión, J. (2009). *Compendio de Rocas y Minerales Industriales en el Perú*. Lima: INGEMMET.
- Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M. (2007). *Disposición de Planta*. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Dirección General de Desarrollo Minero. (2012). *Perfil de Mercado de la Bentonita*. México D.F.: Secretaría de Economía de México.
- El Comercio. (16 de septiembre de 2013). Conozca los proyectos mineros que operarán en el Perú a partir del 2014, Lima.
- Hanlon, D. J., Lewis, P. M., & Menking, W. R. (1990). *Estados Unidos Patente n° EP0549693*.
- Henan Lanji Machinery Manufacturing Co., Ltd. (2016). *Flotation Machine Quotation*. China.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). *Publicaciones Digitales - INEI*. Recuperado de http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1157/libro.pdf
- Leonard N. Stern School of Business. (Junio de 2014). *NYU STERN*. Recuperado de www.stern.nyu.edu
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2013). *Anexo SNIP 10 - Parámetros de Evaluación*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2013). *Minería*. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/_sector.php?idSector=1
- Ministerio de Energía y Minas. (Febrero de 2015). *Informe Estadístico - Febrero 2015*. Recuperado de Ministerio de Energía y Minas: http://minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=5&idEstadistica=8824
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2015). *Infraestructura Vial Existente, Según Departamento 2014*. Recuperado de Ministerio de Transporte y Comunicaciones <http://www.mtc.gob.pe/estadisticas/transportes.html>

- PeruPetro. (Noviembre de 2013). *PeruPetro S.A.* Recuperado de <http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/perupetro/site>
- Sánchez Vargas, M. ¿La caída del petróleo amenaza futuras exploraciones en el Perú? *Diario Gestión*.
- Schlumberger. (2013). *Oilfield Glossary*. Recuperado de <http://www.glossary.oilfield.slb.com/en/Terms/b/bentonite.aspx>
- Shandong Xinhai Mining Technology & Equipment Inc. (2016). Quotation of Hydracyclone and Pump. *Quotation of Hydracyclone and Pump*. China.
- Toustodo's Blog. (2012). "El Perú y su futuro ecológico-económico".
- United Nations. (2013). *United Nations Statistics Division*. Recuperado de <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regct.asp?Lg=1>
- Vega Farfán, J., Verdeja Gonzalez, J., Sancho Martínez, J., & García Iglesias, J. (1993). *Caracterización y Propiedades de las Bentonitas de Amotape (Región Grau-Perú)*. Piura : Universidad Nacional de Piura.
- Veritrade. (2000 - 2013). Exportación de Bentonita. Lima.
- Veritrade. (2000 - 2013). Importación de Bentonita. Lima.
- Xuanshi Machinery Co LTD. (2016). Quotation List. *Quotation List*. Shangai, China.

BIBLIOGRAFÍA

- American Petroleum Institute. (2013). *Energy API*. Recuperado de <http://www.techstreet.com/api/products/1673286>
- ATDM CO., LTD. (s.f.). *ATDM CO., LTD*. Recuperado de http://www.gilsonite-bitumen.com/Gilsonite_files/PDF/patent/oil%20based%20muds.pdf
- Ayala, J., Vega, J., Alvarez, R., & Loredó, J. (2007). *Retention of heavy metal ions in bentonites from Grau Region (Northern Peru)*. Asturias: Springer-Verlag.
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. (2012). *Mejora continua de los procesos*. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Clem, A. G. (1974). *Estados Unidos Patente n° 4087365 A*.
- Díario Gestión. (17 de Diciembre de 2014). GMP invertirá US\$ 80 millones anuales para desarrollar sus lotes petroleros en Perú. *Diario Gestión*.
- Díaz Villafañe, L. (2007). *Beneficio y Refinación de una Arcilla Bentonítica Nacional tipo Montmorillonita*. Santander: Universidad Industrial de Santander.
- Dymond, B. (1983). *Estados Unidos Patente n° 4631137 A*.
- Finis, T. (1960). *Estados Unidos Patente n° 3220946*.
- Gestión. (05 de agosto de 2014). Exploración de nuevas reservas de gas natural en Lote 88 culminará a fines del 2015. *Gestión*.
- Gestión. (04 agosto de 2015). Producción nacional de gas natural se incrementaría 10% en el 2016. *Gestión*.
- Gutiérrez Fernández del Campo, M. A. (2004). *Análisis de factibilidad técnica y económica para una fábrica de ladrillos tipo industrial y artesanal, utilizando desechos industriales de san luis rassini como parte de la materia prima*. Puebla: Universidad de las Américas Puebla.
- Hentz, D. A. (1981). *Estados Unidos Patente n° 4371626 A*.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). *INEI - ESTADÍSTICAS*. Recuperado de <http://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/ocupacion-y-vivienda/>
- Karaguzel, C., Cetinel, T., Boylu, F., Cinku, K., & Celik, M. (2010). *Activation of (Na, Ca) - Bentonite with Soda and MgO and their Utilization as Drilling Mud*. Kutahya, Turkey: Dumlupınar University.

- Macías Chacón, J., & Carreño Contreras, A. (2007). *Propuesta de un Sistema de Beneficio para una Arcilla Montmorillonítica Nacional*. Santander: Universidad Industrial de Santander.
- Minería del Perú. (8 de Noviembre de 2013). *Minería de Chile*. Recuperado de <http://mineriachile.com/2012/09/peru-cartera-de-51-proyectos-mineros-por-us-48-mil-millones/>
- Ministerio de Energía y Minas. (1998). *Atlas: Minería y Energía en el Perú*. Lima: Ministerio de Energía y Minas.
- Official Journal of the European Union. (2010). *REGULATIONS*. European Commission.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (24 de Septiembre de 2010). *PNUMA*. Recuperado de <http://www.pnuma.org/agua-miaac/CODIA%20HIDROGEOLOGIA/MATERIAL%20ADICIONAL/PONENCIAS%20HIDROGEOLOGIA/PARTICIPANTES/Peru/Hidrogeologia%20en%20Peru.pdf>
- Schick, P. (1970). *Estados Unidos Patente n° 3865240 A*.
- Straightline Drilling Fluid. (2006). *Horizontal Directional Drilling Information Guide*. Kansas: Straightline Drilling Fluid.
- Tenso PERFORACIÓN. (s.f.). *Tenso Químicos*. Recuperado de http://www.tensoquimicos.com/TensoPerforacion/pdf_boletines/Viscosidad_Lodo_Bentonita.pdf
- XSM Mining and Construction. (2011). *XUAN SHI MACHINERY*. Recuperado de http://tritadorasdepiedra.net/non_metallic_ore_crusher/Planta-de-Molienda-de-Bentonita-y-Tritur.html
- Yap, M. L., Hyer, R. T., & Malina, B. J. (2001). *Estados Unidos Patente n° 6793726 B1*.



ANEXO 1: Encuesta de producto

5 de nov.

Encuesta de producto

Universidad de Lima

Nombre del encuestador: _____ N° de encuestador: ____
Nombre del encuestado: _____ N° de encuesta: ____
Hora de comienzo: __ : __ Hora de finalización: __ : __

Presentación del encuestador

Buenos días/tardes,

Mi nombre es José Hernández, Le llamo de la Universidad de Lima porque estamos haciendo una encuesta de valoración de Bentonita sódica cuyas características principales son aplicaciones para lodos de perforación bajo estándares internacionales como la API y Petrobras.

Estamos interesados en conocer su opinión, por favor, ¿sería tan amable de contestar el siguiente cuestionario? La información que nos proporcione será utilizada para conocer la valoración del producto Bentonita sódica para lodos de perforación en el mercado. El cuestionario dura 5 minutos aproximadamente. Gracias.

Por favor, ¿sería tan amable de decirme su nombre?

Perfil del encuestado

Edad _____ Sexo Hombre Mujer

Descripción del producto

1.- En una escala del 1 al 6, dónde 6 es "muy interesante" y 1 es "nada interesante"

¿Cómo de interesante es la bentonita para lodos de perforación nacional producida bajo estándares internacionales para ud.?

1	2	3	4	5	6

2.- ¿Utiliza bentonita en sus lodos de perforación?

Sí No

3.- ¿Cuál o cuáles de las siguientes características le atraen del producto?

Funcionalidad Propiedades como lodo de perforación Precio Disponibilidad Ninguna de las anteriores

Otra (por favor, especifique)

4.- ¿Desde hace cuantos años la utiliza?

0 – 2 años 3 – 5 años 6 – 10 años Más de 10 años

1

5.- ¿Seguirá utilizando la bentonita por cuantos años más?

- 0 – 2 años 3 – 5 años 6 – 10 años Más de 10 años

Distribución del producto

6.- ¿Usted produce su propia bentonita?

- Sí No

7.- ¿Usted importa o compra bentonita nacional procesada?

- Importada Nacional

8.- ¿A través de qué medio o medios le gustaría recibir información sobre el producto?

- E-mail Correo postal Revistas Vía-telefónica

- Otra (por favor, especifique)

Debilidades del producto

9.- ¿Cuál o cuales de las siguientes características no le atraen del producto?

- No lo necesito Es muy caro Es difícil de usar No cuenta con las especificaciones que busco

- Otra (por favor, especifique)

10. ¿Estaría interesado en bentonita con calidad de importación producida en el Perú?

- Sí No

11.- Partiendo de la base que el precio de este producto le pareciera aceptable... ¿qué probabilidad habría de que lo comprase siendo 1 muy improbable, 5 probablemente y 10 completamente seguro?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Precio del producto

12. ¿Qué precio paga actualmente? (por bolsas de 25 kg)

S/. _____

13.- ¿Qué precio estaría dispuesto a pagar? (por bolsas de 25 kg)

- S/. 18 - S/. 20
- S/. 20 - S/. 23
- S/. 23 - S/. 27
- S/. 27 - S/. 30
- Más de 30 soles.

14.- A dicho precio, ¿cuál sería su volumen de compra aproximado por pedido?

Cantidad de bolsas de (25/50 kg) : _____

Comentarios sobre el producto

15.- Este producto es de una empresa nacional pero con calidad de importación como Halliburton o Sandvik. ¿Eso lo hace más, o menos interesante para ud.?

- Más interesante
- Menos interesante
- Ni más ni menos interesante, no hay diferencia
- No lo sé

16.- ¿Tiene algún comentario o sugerencia sobre el producto?

Muchas gracias por su amabilidad y por el tiempo dedicado a contestar esta encuesta.

ANEXO 2: Principales yacimientos de bentonita en el Perú

Principales Yacimientos de Bentonita en el Perú

Nombre	Región	Provincia	Distrito	Zona Geográfica	Unidad estratigráfica
Namora	Cajamarca	Cajamarca	Namora	17	Grupo Goyllarisquiza
Molle 95	Ica	Chincha	Alto Laran	18	Formación Quilmana
Perpetuo Socorro	Ica	Chincha	Alto Laran	18	Formación Quilmana
Correvientos 5	Ica	Ica	Ocucaje	18	Formación Paracas y Caballas
Correvientos 1	Ica	Ica	Ocucaje	18	Formación Paracas y Caballas
Correvientos 6	Ica	Ica	Ocucaje	18	Formación Paracas y Caballas
Correvientos 2	Ica	Ica	Ocucaje	18	Formación Paracas y Caballas
Correvientos 3	Ica	Ica	Ocucaje	18	Formación Paracas y Caballas
Coco I	Ica	Ica	Ocucaje	18	Formación Pisco
Sta. Celina No. 1	Ica	Ica	Santiago	18	Formación Pisco
El Chino	Ica	Ica	Santiago	18	Formación Pisco
Cartera Correviento	Ica	Ica	Ocucaje	18	Formación Paracas
CPS-1	Ica	Nazca	Marcona	18	Formación Pisco
Depósito 4 Tolvas	Ica	Nazca	Marcona	18	Formación Pisco
Depósito de arcilla	Ica	Nazca	Marcona	18	Formación Pisco
Cerro Bajada Toroco	Ica	Nazca	Marcona	18	Formación Pisco
Atarco	Ica	Nazca	Nazca	18	Formación Changuillo
La Huerta No. 2	Ica	Nazca	Nazca	18	Formación Changuillo
Laura	Ica	Pisco	Paracas	18	Formación Pisco
Carhuas	Ica	Pisco	Paracas	18	Formación Paracas
Tiza 86	Ica	Pisco	Paracas	18	Formación Paracas
Mercedes 85	Junín	Chupaca	Chongos Bajos	18	Formación Condorsinga
Mercedes 86	Junín	Chupaca	Chongos Bajos	18	Formación Condorsinga
Mercedes 87	Junín	Chupaca	Chongos Bajos	18	Formación Condorsinga
ISCOS 1	Junín	Chupaca	San Juan de Isco	18	Formación Condorsinga
Maria Rosa 1	Junín	Concepción	San Jose de Quero	18	Formación Casapalca
Fiorella 4	Junín	Huancayo	Chicche	18	Formación Condorsinga
Roxana Lupe	Junín	Huancayo	Chongos Altos	18	Formación Condorsinga
El Mono N.A.R.M.	Junín	Huancayo	Chongos Altos	18	Formación Condorsinga
Mercedes 84	Junín	Huancayo	Colca	18	Formación Condorsinga
Oasis 2000	Junín	Jauja	Janjaillo	18	Gpo. Goyllarisquiza, Fm. Pariahuanca
Quebrada Verde II	Junín	Yauli	Paccha	18	Gpo. Goyllarisquiza, Fm. Pariahuanca
Susy 2000	Junín	Yauli	Paccha	18	Gpo. Goyllarisquiza, Fm. Pariahuanca
Chira 95	Piura	Ayabaca	Suyo	17	Volcánico Lancones
Chapica 6-94	Piura	Paita	Amotape	17	Formación Chira
Chapica 8	Piura	Paita	Amotape	17	Formación Chira
Chapica 4-94	Piura	Paita	Amotape	17	Formación Chira
Chapica 5-94	Piura	Paita	Amotape	17	Formación Chira
Chapica 7-94	Piura	Paita	Amotape	17	Formación Chira
Haydee Isabel	Piura	Paita	Amotape	17	Formación Chira
Amotape	Piura	Paita	Amotape	17	Formación Chira
San Francisco	Piura	Paita	Amotape	17	Formación Chira
Mi Vecino 2	Piura	Paita	Amotape	17	Formación Chira
Chapica 10	Piura	Paita	Vichayal	17	Formación Chira
Chapica 12	Piura	Paita	Vichayal	17	Formación Chira
Pituso mi vecino	Piura	Paita	Vichayal	17	Formación Chira
Cerro Blanco	Piura	Paita	Vichayal	17	Formación Chira
Vichayal	Piura	Paita	Vichayal	17	Formación Chira
Cementerio	Piura	Paita	Vichayal	17	Formación Chira
Mi Vecino 1	Piura	Paita	Vichayal	17	Formación Chira
Pituso 1 - 5	Piura	Paita	Vichayal	17	Formación Chira
Santa Lucía	Piura	Paita	Vichayal	17	Formación Chira
Cinchado	Piura	Paita	Vichayal	17	Formación Chira
Rocio 98 N I	Piura	Sullana	Ignacio Escudero	17	Formación Chira
Rocio 98 N II	Piura	Sullana	Ignacio Escudero	17	Formación Chira
Julissa B	Piura	Sullana	Ignacio Escudero	17	Formación Chira
Andino uno	Piura	Sullana	Salitral	17	Formación Chira
Salitral	Piura	Sullana	Salitral	17	Formación Chira
Gema 2	Tumbes	Contralmirante Villar	Zorritos	17	Formación Chira-Verdún

Fuente: INGEMMET, (2009).

Elaboración propia.

ANEXO 3: Relación de lotes de explotación y exploración petrolera en el Perú

Relación de Lotes de Contratos de Explotación Petrolera en el Perú

COMPAÑÍA OPERADORA	LOTE	CUENCA	FECHA DE SUSCRIPCIÓN	AREA DEL LOTE /Ha
BURLINGTON RESOURCES PERU LIMITED	123	MARAÑÓN	29-sep-06	940,421.09
ECOPETROL DEL PERU S.A	179	MARAÑÓN	29-sep-11	350,284.82
HYDROCARBON EXPLORATION PLC	188	UCAYALI	28-sep-11	595,808.66
PETROLIFERA PETROLEUM DEL PERU SAC	133	UCAYALI	16-abr-10	396,050.74
TECOPETROL LOTE 174 S.A.C	174	UCAYALI	23-sep-11	263,943.84
SAVIA PERU S.A.	Z- 52	LIMA	16-jul-10	803,574.48
HARKEN DEL PERU LIMITADA	95	MARAÑÓN	07-abr-05	515,731.13
BPZ EXPLORACION & PRODUCCION SRL	XIX	TUMBES, TALARA	12-dic-03	191,441.16
GOLD OIL PERU SAC	XXI	SECHURA	04-may-06	303,331.20
BPZ EXPLORACION & PRODUCCION SRL	XXII	TALARA, SECHURA	21-nov-07	369,043.82
BPZ EXPLORACION & PRODUCCION SRL	XXIII	TALARA	21-nov-07	93,198.96
PITKIN PETROLEUM PERU XXVII S.A.C	XXVIII	SECHURA	23-sep-11	314,132.58
UPLAND OIL AND GAS LLC	XXIV	TALARA, SECHURA	23-jul-07	88,825.40
VETRA PERU SAC	XXV	TALARA	21-nov-07	40,451.02
SAVIA PERU S.A.	XXVI	SECHURA	21-nov-07	552,711.86
FAULKNER SUITS EXPLORATION INC S.A.	XXVII	SECHURA	16-abr-09	71,173.06
MAPLE GAS CORPORATION DEL PERU SRL	31 - E	UCAYALI	06-mar-01	141,003.36
REPSOL EXPLORACION PERU	39	MARAÑÓN	09-sep-99	745,141.20
REPSOL EXPLORACION PERU	57	UCAYALI	27-ene-04	287,102.80
PETROBRAS ENERGIA PERU S.A-58	58	UCAYALI	13-jul-05	340,133.72
TALISMAN PETROLERA DEL PERU, LLC	64	MARAÑÓN	07-dic-95	761,501.00
HUNT OIL EXPLORATION AND PRODUCTION	76	MADRE DE DIOS	02-may-06	1,071,290.08
COMPAÑÍA CONSULTORA DE PETROLEO S.A.	100	UCAYALI	26-mar-04	7,700.00
PLUSPETROL E & P S.A	102	MARAÑÓN	13-dic-05	126,676.11
TALISMAN PETROLERA DEL PERU, LLC	103	MARAÑÓN, HUALLAGA	09-ago-04	870,896.17
SIBOIL DEL PERU S.A.	105	TITICACA	13-dic-05	443,213.17
PETROLIFERA PETROLEUM DEL PERU SAC	107	UCAYALI	01-sep-05	252,232.33
PLUSPETROL E & P S.A.	108	ENE	13-dic-05	1,241,675.95
REPSOL EXPLORACION PERU	109	MARAÑÓN	16-dic-05	359,023.44
CEPSA PERU S.A.	114	UCAYALI	14-jul-06	307,000.00
PLUSPETROL E & P S.A.	115	MARAÑÓN	13-dic-05	241,226.68
MAUREL ET PROM. PERU SAC	116	SANTIAGO	12-dic-06	658,879.68
PETROBRAS ENERGIA PERU S.A	117	MARAÑÓN	16-may-06	1,094,039.52
SUBANDEAN E & P PERU LLC	121	MARAÑÓN	14-jul-06	281,326.45
PETROMINERALES PERU S.A.	126	UCAYALI	23-oct-07	1,066,955.81
BURLINGTON RESOURCES PERU LIMITED	129	MARAÑÓN	24-may-07	472,433.68
CEPSA PERU S.A.	130	MARAÑÓN	16-abr-09	1,275,349.40
CEPSA PERU S.A.	131	UCAYALI	21-nov-07	990,472.32
PACIFIC STRATUS ENERGY S.A.	135	MARAÑÓN	21-nov-07	1,020,390.63
PACIFIC STRATUS ENERGY S.A.	137	MARAÑÓN	21-nov-07	448,947.45
PACIFIC STRATUS ENERGY S.A.	138	UCAYALI	21-nov-07	414,220.40
REALIANCE EXPLORATION & PRODUCTION DMCC	141	TITICACA	21-nov-07	516,891.59
KEI (PERU 112) PTY LTD 144	144	MARAÑÓN	16-abr-09	683,616.47
OLYMPIC PERU, INC	145	BAGUA	16-abr-09	500,000.00
GRUPO PETROLERO SURAMERICANO SAC	156	TITICACA	16-abr-09	474,632.09
KEDCOM CO - CIA. CONSULTORA	160	UCAYALI	16-abr-09	484,400.87

PAN ANDEAN RESOURCES PLC (PERU)	161	UCAYALI	16-abr-09	491,784.04
EMERALD ENERGY PERU SAC	163	UCAYALI	16-abr-09	499,759.38
SAVIA PERU S.A.	Z-33	PISCO	01-sep-04	594,696.59
GOLD OIL PERU SAC	Z-34	296,799.27	08-mar-07	371,339.17
SAVIA PERU S.A.	Z-35	SALAVERRY, TRUJILLO	20-sep-05	1,081,517.48
SAVIA PERU S.A.	Z-36	SALAVERRY	14-jul-06	999,995.39
KEI (PERU Z-38) PTY LTD	Z-38	TUMBES, TALARA	12-abr-07	487,545.51
SAVIA PERU S.A.	Z-45	TALARA, SECHURA	21-nov-07	1,092,048.35
SK ENERGY	Z-46	TRUJILLO	21-nov-07	1,134,547.76
SAVIA PERU S.A.	Z-48	SALAVERRY	21-nov-07	720,106.44
SAVIA PERU S.A.	Z-49	SALAVERRY	21-nov-07	676,096.60
SAVIA PERU S.A.	Z-51	LIMA	16-jul-10	849,413.88

Fuente: PeruPetro, (2013).
Elaboración propia.

Relación de Lotes de Contratos de Explotación Petrolera en el Perú

COMPañIA OPERADORA	LOTE	CUENCA	FECHA DE SUSCRIPCION	AREA DEL LOTE /Ha
PETROLERA MONTEERRICO S.A.	II	TALARA	05-ene-96	7,707.420
GMP S.A.	I	TALARA	27-dic-91	6,943.250
INTEROIL PERU S.A.	III	TALARA	05-mar-93	35,793.856
INTEROIL PERU S.A.	IV	TALARA	04-mar-93	30,721.982
GMP S.A.	V	TALARA	08-oct-93	9,026.032
SAPET DEVELOPMENT PERU INC	VI/VII	TALARA	22-oct-93	34,444.834
EMPRESA PETROLERA UNIPETRO ABC S.A.	IX	TALARA	17-jun-93	1,554.133
PETROBRAS ENERGIA PERU S.A.	X	TALARA	20-may-94	46,952.342
OLYMPIC PERU INC	XIII	SECHURA	30-may-96	263,357.845
PETROLERA MONTEERRICO S.A.	XV	TALARA	26-may-96	9,999.772
PETROLERA MONTEERRICO S.A.	XX	TALARA	19-ene-06	6,124.207
PLUSPETROL NORTE S.A.	1 AB	MARAÑON	22-mar-86	287,050.906
PLUSPETROL NORTE S.A.	8	MARAÑON	20-may-94	182,348.210
MAPLE GAS CORPORATION DEL PERU SRL	31 B Y 31 D	UCAYALI	30-mar-94	71,050.000
AGUAYTIA ENERGY DEL PERU SRL	31 C	UCAYALI	30-mar-94	16,630.000
PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A.	56	UCAYALI	07-sep-04	58,500.000
PERENCO PERU LIMITED	67	MARAÑON	13-dic-95	101,931.688
PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A.	88	UCAYALI	09-dic-00	143,500.000
SAVIA PERU S.A.	Z-2B	TALARA	16-nov-93	199,865.223

Fuente: PeruPetro, (2013).
Elaboración propia.

ANEXO 4: Mapas de proyectos de exploración y explotación minera y petrolera

Mapa de Mayores Proyectos y Ampliaciones Mineras en el Perú (2012-2019)



Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2013).
Elaboración propia.

SCIENTIA ET PRAXIS

ANEXO 5: Reporte de experimento

Experimento de simulación de etapa de molido de proceso de beneficio de bentonita

Objetivo de Experimento

Recrear algunas de las condiciones principales del proceso de beneficio de bentonita sódica para perforaciones industriales, específicamente los procesos de chancado, molido, sedimentado y secado, controlando que se logren las características físicas de tamaño de partícula y grado de humedad requeridos.

Aparatos, Instrumentos y materiales utilizados

Para el siguiente experimento se utilizaron los siguiente instrumentos y materiales:

Instrumentos:

- Balanza electrónica
- Mazo de triturado
- Molino de bolas
- Balanza electrónica de secado
- Horno de secado
- Probeta milimetrada
- Mallas de cribado (micrómetros): 2000, 1000, 500, 250, 125, 63, 45.

Materiales:

- Bentonita sódica
- Agua

Procedimiento del Experimento

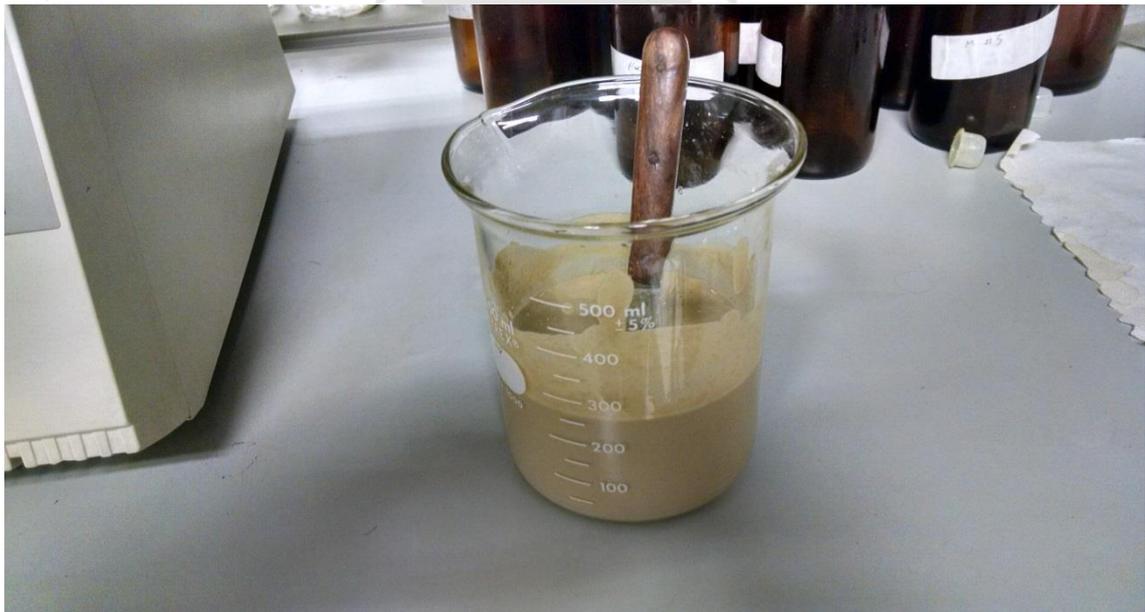
Con el mazo de triturado se procede a reducir el tamaño de partículas de la roca de bentonita a muestras de un diámetro de 1 cm aproximadamente. Luego se coloca la bentonita chancada en el molino de bolas por cinco minutos para reducir el tamaño de partícula a un tamaño de 250 micras. Para la reducción a 75 micras ideal se recomienda diez minutos en el molino de bolas y una carga mayor de bolas.



Bentonita chancada próxima a entrar al molino de bolas.

Elaboración propia.

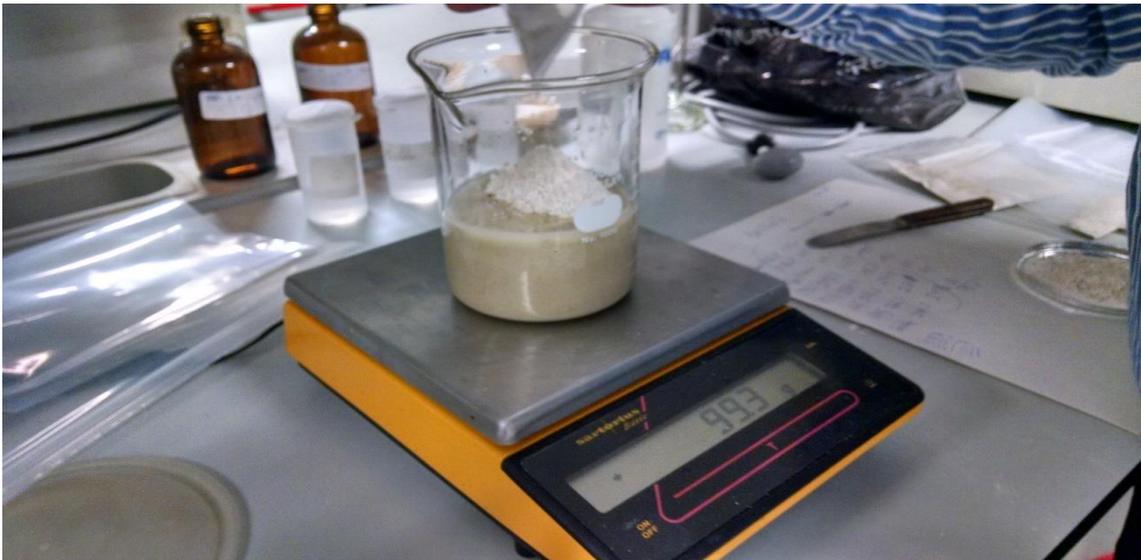
Posteriormente, la bentonita pulverizada es pesada para proceder con la muestra de medición de diámetro. Se vierte la bentonita a través de distintas mallas de cribado y se pesa el residuo que no logra pasar por la malla. En este punto se realiza la medición de tamaño de partícula alcanzado.



Bentonita ya triturada mezclada con agua proporción 2 a 1.

Elaboración propia.

En la última etapa del experimento, se mide la humedad de la bentonita recién pulverizada y posteriormente esta se vierte en agua en relación Agua a bentonita 2 a 1 para elevar su humedad al 100%. Luego es llevado al secador donde se busca reducir su humedad a 7.5% recreando así parte del proceso industrial propuesto demostrando el nivel final de humedad es el deseado.



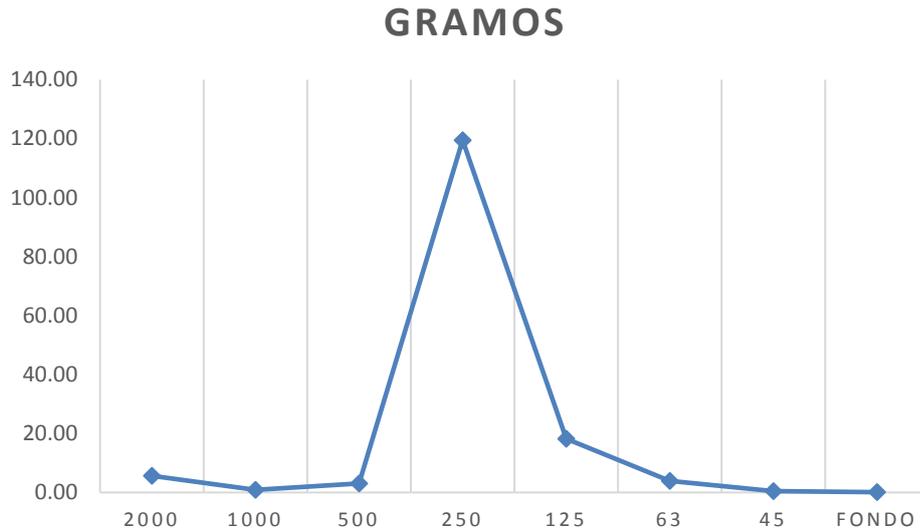
Control de masa de bentonita en agua.

Elaboración propia.

Resultados

A continuación, se exponen los resultados del cribado y la prueba de diámetro de partícula.

Micrómetros	Gramos
2000	5.70
1000	0.90
500	3.10
250	119.50
125	18.20
63	3.90
45	0.40
Fondo	0.10



Elaboración propia.

El resultado de humedad que arrojó el experimento fue de 7.5%

Conclusiones

- El proceso industrial de bentonita, al ser recreado de manera satisfactoria en el laboratorio muestra que las condiciones y los procesos de molido y secado son los indicados para el proyecto, obteniendo finalmente la humedad deseada con el tamaño de partícula deseado, sin perder las propiedades de la bentonita.
- El tiempo de molido necesario debe ser ajustado a la carga según las especificaciones de la maquinaria obtenida, para poder obtener el diámetro deseado de partícula (75 micras).