

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.- ANTECEDENTES

El presente proyecto nace con el fin de aprovechar el potencial natural que ofrece la naturaleza como son los yacimientos de yeso existentes en la zona de El Puente.

De acuerdo a estudios realizados, se pudo constatar que en nuestro departamento de Tarija, existen zonas potenciales productoras de piedra de yeso, ubicadas en la zona de Narvaez y de El Puente; es así que un pequeño grupo de empresarios privados se ven motivados para la instalación de una planta procesadora de Yeso. Inicialmente sacando como producto, el yeso para construcción o estuco y dejando abiertas las posibilidades hacia futuro para sacar otros tipos de productos.

El **yeso** es un producto preparado a partir de una roca natural denominada sulfato de calcio dihidrato, mediante deshidratación, a la que puede añadirse en fábrica determinadas adiciones de otras sustancias químicas para modificar sus características de fraguado, retención de agua y, que una vez amasado con agua, puede ser utilizado directamente.

En estado natural el *piedra de yeso* o *yeso crudo*, contiene 79,07% de sulfato de calcio anhidro y 20,93% de agua y es considerado una roca sedimentaria, incolora o blanca en estado puro, sin embargo, generalmente presenta impurezas que le confieren variadas coloraciones, entre las que encontramos la arcilla, óxido de hierro, sílice, caliza, etc.

1.1.- LA PRODUCCION DE YESO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

El Secretario de Hidrocarburos, Energía y Minería de la Gobernación autónoma del departamento de Tarija, Dino Beltrán, confirmó la existencia de yeso en el departamento y que el mismo tendría una vida útil o explotable de 200 años.

Beltrán indicó que se trata de un mineral que se habría descubierto en cantidad en el departamento y que se encuentra a partir de la localidad de Narváez y se extiende a lo largo de la provincia O'Connor hasta llegar a Palos Blancos “según estudios realizados, este mineral tendría una vida útil o explotable de al menos 200 años, igualmente se cuentan con datos que indican que en el Municipio del Puente en la Provincia Mendez, también habría similares cantidad de este importante mineral, por lo tanto hoy es considerado como otro potencial generador de ingresos para el Departamento de Tarija y el país, dijo la autoridad al momento de dar a conocer la intención del empresariado paraguayo de realizar lo más pronto posible todas las gestiones correspondientes para que se pueda concretar el negocio y la compra del producto a Tarija.

1.2.- AUSENCIA DE DESARROLLO PRODUCTIVO MINERO EN TARIJA:

Las principales actividades económicas en los pisos ecológicos de esta Provincia se basan en la agricultura, ganadería, minería y aprovechamiento forestal. Los excedentes generados por éstas y otras actividades productivas son mínimas, caracterizándose como una economía más de subsistencia.

Esta situación básicamente está relacionada con los bajos niveles de ingresos familiares y los elevados costos económicos y sociales de producción, que incrementan los índices de pobreza, provocando movimientos migratorios de expulsión, entre otros problemas.

En cuanto a la explotación de minerales no metálicos el yeso es explotado en diferentes comunidades que conforman el municipio del Puente.

No obstante la mayoría de los yacimientos son explotados de manera rudimentaria, causando efectos de impacto en el medio ambiente; sea por el desmonte para descubrir los yacimientos yeseros y las fuertes pendientes que llegan a ocasionar deslizamientos o derrumbes, destruyendo la cobertura vegetal sin posibilidades de recuperación ocasionando graves daños acompañados del proceso de erosión que con el tiempo se convierte en un proceso obligatorio para seguir viviendo en la misma zona y altamente costoso.

La actividad presente de los explotadores de yeso, no dispone de tecnología adecuada para el aprovechamiento, transformación y comercialización que propicie dar un valor agregado a su producción.

Por ende, no existen mejoras en la cantidad y calidad del yeso como producto final para la venta, dado por las condiciones rústicas en que desarrollan y disponen los diferentes procesos de transformación inadecuados, sin proyección ni futuro.

El sistema productivo está basado en la agrupación familiar, donde trabajan padres, hijos y parientes cercanos.

Los hijos por lo general comienzan a participar en los procesos productivos a muy temprana edad, aproximadamente a partir de los ocho años, con trabajos de tipo leve, sin remuneración adecuada a su sacrificio o esfuerzo físico. Quedando el niño despojado de sus derechos, como son el derecho a la educación, salud, recreación y esparcimiento sano y adecuado a su crecimiento.

2.- FORMULACION DEL PROBLEMA

De acuerdo a las conversaciones sostenidas con comunarios de El Puente y la propia observación personal en la zona, se pudo identificar que esta zona cuenta con un potencial productor de yeso en cuantiosas cantidades y de muy buena calidad, a los cuales no se les da utilidad, ni por los comunarios de la zona por falta de recursos económicos, ni por empresarios privados; además que no se cuenta con un

asesoramiento técnico adecuado para llevar adelante un emprendimiento productivo en esta zona, y así aprovechar estos yacimientos de yeso.

3.- JUSTIFICACION DEL PROYECTO

A través del presente proyecto se busca identificar las posibilidades de inversión de una planta procesadora de yeso en la comunidad de El Puente, para lo cual se realizarán todos los estudios técnicos correspondientes y así determinar la factibilidad o no de la instalación de esta planta.

La factibilidad de este proyecto será muy importante para nuestra región, en el sentido, principalmente de la generación de nuevas fuentes de trabajo, tanto para personas profesionales, técnicos y personas empíricas, ya que tanta falta hace en nuestro país y principalmente en nuestra región. Además, la implementación de esta planta será un aporte al desarrollo productivo de nuestra región, lo cual genera efectos multiplicadores en el movimiento económico de nuestra región.

Así mismo, la implementación de esta planta en la comunidad de El Puente, genera efectos socioeconómicos positivos en esa región en particular, mejorando las condiciones socioeconómicas de los habitantes de ese lugar.

Otro aspecto importante, es el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables que se estaría dando en la zona, al que se incluye el mineral no metálico como es el caso del yeso, más aún, cuando se proyecta el aprovechamiento de este recurso acompañado de la posición firme y segura de restaurar y enriquecer el recurso forestal, que es un recurso renovable, frente a la destrucción del mismo por efectos de la explotación de yeso.

La contaminación se reducirá casi cero por cuanto se están tomando las precauciones necesarias mediante la utilización de 4 filtros especiales de mangas y un extractor alveolar, que indudablemente encarecen el emprendimiento pero son obligadamente necesarias.

4.- OBJETIVOS

4.1.- OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio técnico económico para instalar una fábrica de producción de yeso para construcción en el municipio de El Puente.

4.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar todos los estudios técnicos correspondientes, para determinar la factibilidad de la instalación de una fábrica de producción de yeso para la construcción.
- Estimación de los costos de inversión y operación de la futura planta procesadora.
- Realizar la evaluación técnico económica correspondiente para determinar la factibilidad de la instalación de la planta procesadora.
- Reflejar cada una de las instancias que conforman la organización de la planta diferenciando las ejecutivas, técnicas, y administrativas.
- Definir clara y concretamente las atribuciones y responsabilidades de las personas a cargo de cada instancia a fin de obtener mayor eficiencia en el trabajo.

5.- HIPOTESIS

De acuerdo a la identificación de la problemática presente en la zona, se plantea la siguiente hipótesis:

Se espera que los resultados técnicos, económicos, de mercado y financieros de la realización de un Estudio Técnico, sean positivos y den luz verde para la posterior implementación de una Planta Procesadora de Yeso en la comunidad de El Puente.

6.- METODOLOGIA

La metodología empleada en el presente proyecto fue mediante la recopilación de información primaria con la aplicación de entrevistas escritas en la cuantificación del tamaño de mercado, para luego, a partir de esta información y de otros factores, determinar el tamaño y la capacidad productiva de la planta procesadora de yeso.

Así mismo, de acuerdo a diferentes variables cuantificadas en la zona, se determino la microlocalización mas adecuada de la planta.

Conociendo la anterior información, se realizaron los diferentes cálculos de diseños técnicos para la parte fabril y de procesamiento del yeso, así como para la parte de la infraestructura fabril para la planta. Además de realizar todos los cálculos correspondientes de materiales de proceso.

Con toda esta información, se realizó el análisis económico y financiero para la determinar la factibilidad o no de la planta procesadora de yeso, mediante el cálculo de los principales indicadores económicos.

CAPITULO II

ESTUDIO SOCIOECONOMICO

ESTUDIO SOCIOECONOMICO

1.- UBICACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL AREA DEL PROYECTO

El alcance del proyecto respecto a las materias primas, abarca a toda la segunda sección de la provincia Méndez, en la cual existen zonas específicas productoras de yeso.

Ubicación Geográfica.

El proyecto denominado “Yeso”, específicamente está localizado en:

República: Bolivia

Departamento: Tarija

Provincia: Mendez

El Departamento de Tarija:

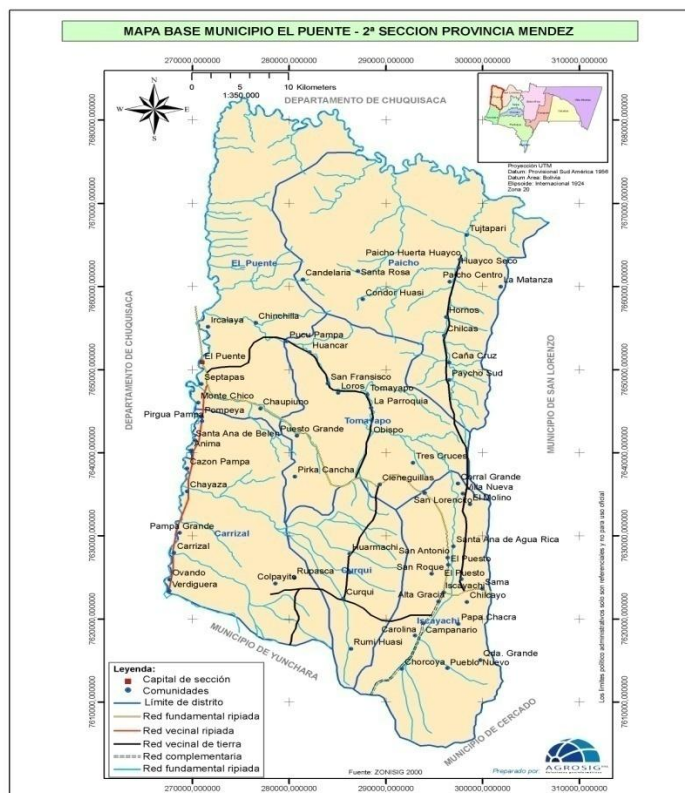
El departamento de Tarija se encuentra ubicado al sur de Bolivia. Limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con la república Argentina, al este con la república del Paraguay y al oeste con los departamentos de Chuquisaca y Potosí. Geográficamente se encuentra entre el paralelo 20°50' y 22°50' de latitud sur y los meridianos 62° 15' a 65° 20' de longitud oeste. (1)

Tiene una extensión territorial de 37.623 Km² que representa el 3,4 % del territorio nacional. Políticamente está organizado en 6 provincias, 11 secciones, que cuentan con 11 gobiernos municipales, como se presenta en el mapa 2 político y administrativo del departamento de Tarija. (1)

Municipio de El Puente:

El Municipio de El Puente pertenece a la segunda sección de la Provincia Méndez del departamento de Tarija; la Sección fue creada mediante Decreto Supremo del 25 de Noviembre de 1945.

Fig. 2.1.- Municipio de El Puente



Fuente: www.todabolivia.com/mapgeo.php

Con la promulgación de la Ley de Participación Popular, el territorio del Municipio, al presente cuenta con 6 distritos, 10 cantones y 62 comunidades (100%) con Personería Jurídica (www.todabolivia.com), el detalle se presenta a continuación.

Tabla 2.1.- División política, Municipio de El Puente

No.	Distrito	No. Cantones	No. Comunidades	Nº Distrito
1	De El Puente	2	6	1
2	San Juan del Oro	2	10	2
3	Paicho	1	12	3
4	Tomayapo	1	9	4
5	Curqui	2	6	5
6	Is cayachi	1	19	6
	Total	9	62	6

Fuente: Elaboración propia en base a la ordenanza municipal No. 003/97.

Está ubicado al Nor Este del departamento de Tarija y en la zona Oeste del territorio de la provincia Méndez. Según la lectura de los mapas cartográficos entre las coordenadas 20° 56' y 21° 37' 45" de latitud Sur, y 64° 49' 30" y 65° 15' de longitud Oeste, respecto del meridiano de Greenwich. (1)

2.- CARACTERISTICAS FISICAS Y BIOLOGICAS

El municipio de El Puente, su territorio corresponde a tres zonas ecológicas con climas y humedad distintas: zona andina, cabeceras de valle y valles. Tiene una vegetación de pasturas nativas, forrajes y forestales y recursos minerales no metálicos como yeso, cal, arcillas y arenas.

Posee una fauna variada, como la vicuña, cóndor, Vizcacha y avifauna acuática.

El clima siendo una manifestación del equilibrio del sistema bioclimático que comprende todo lo que sucede en la atmósfera, hidrosfera, la biosfera y la litosfera, es uno de los elementos de mayor importancia del medio biofísico y en los ecosistemas en general, ya que determina y controla de manera variable la meteorización de las rocas y de sus minerales componentes, modelado del relieve, naturaleza y desarrollo de la vegetación natural, actividad biológica del suelo, determina la clase, aptitud y manejo de los suelos, como de los factores determinantes de la erosión del suelo. (1)

En suma, el clima es muy importante para la economía el hombre porque la producción tanto agrícola, minera, forrajera y forestal, necesaria para la sobrevivencia de la humanidad.

3.- ASPECTOS DEMOGRAFICOS

La población es de origen quechua y aymara, aunque el idioma más hablado es el castellano. (1)

El Puente tiene una población de aproximadamente de 13 mil habitantes, solo el 4.43% está concentrado en la localidad de Iscayachi. La indigencia de pobreza es del 95%. (1)

4.- ASPECTOS SOCIALES Y CULTURALES

El sistema productivo está basado en la agrupación familiar, donde trabajan padres, hijos y parientes cercanos. Los hijos por lo general comienzan a participar en los procesos productivos a muy temprana edad, aproximadamente a partir de los ocho años, con trabajos de tipo leve, sin remuneración adecuada a su sacrificio o esfuerzo físico. Quedando el niño despojado de sus derechos, como son el derecho a la educación, salud, recreación y esparcimiento sano y adecuado a su crecimiento. (2)

El puente tiene 7 centros de atención primaria de salud y 50 locales educativos con 2.719 alumnos matriculados. Respecto a lo educativo, cuenta con un centro educativo desde el nivel básico hasta el secundario. (2)

En cuanto a los servicios básicos, esta comunidad cuenta con servicios de agua, luz eléctrica (monofásica y trifásica), teléfono y sistemas de letrinas. (2)

Respecto a las vías camineras, se podría decir que es un municipio privilegiado, ya que por el mismo pasa la carretera internacional que une las ciudades de Tarija con Potosí, misma que ya se encuentra asfaltada. (2)

5.- ASPECTOS ECONOMICOS Y PRODUCTIVOS

Este municipio se caracteriza por su vocación de características agrícolas principalmente, por sobre las pecuarias y una eminente presencia de desarrollo industrial por contar con la fábrica de Cemento “El Puente”; a esto es importante resaltar el potencial que tiene por contar con yacimientos de piedra caliza y yeso.

Los principales cultivos en esta zona son maíz, papa, haba, cebolla, trigo, zanahoria, papa oca, arveja, ajo, papa liza, cebada, vid, durazno, membrillo, alfalfa, nogal, granada y tuna. (1)

La actividad pecuaria es extensiva, con crianza de ganados ovinos, caprinos, vacunos, asnos y porcinos. El gasoducto Tarija – El Puente, y la industrialización de piedra caliza en la fábrica de cemento El Puente, y los yacimientos de yeso y cal, constituyen otra perspectiva de desarrollo para la región. (1)

En este Municipio la principal fuente de explotación de minerales no metálicos es el yeso que es explotado principalmente en el Distrito 2, en el Distrito 1, Distrito 5 y Distrito 6, labor que es realizada por los mismos comunarios o por pequeños empresarios, la producción alcanza a aproximadamente 68 toneladas/mes. (2)

De manera resumida, se puede mostrar en el siguiente cuadro, las principales potencialidades y limitaciones de este municipio:

Tabla 2.2.- Aspectos Socio económicos

EJES TEMÁTICOS	POTENCIALIDADES	LIMITACIONES	PROBLEMAS
Acceso y Uso del Suelo	96% de las familias del municipio son propietarias de sus tierras de cultivo - El acceso a tierras de pastores es comunal. - Todas las propiedades cuentan con documentación de acreditación del derecho propietario.	- Existencia de minifundio. El 80% de las familias posee menos de 1 Ha de tierras cultivables. - Sistema de producción tradicional. - Reducido porcentaje de territorio apto para uso agropecuario intensivo. - La dotación de títulos no se ha compatibilizado, con el sistema legal en vigencia	- Uso irracional del suelo. - Proceso acelerado de erosión hídrica y eólica. - Sobrepastoreo. - Retardación en los procesos de saneamiento de tierras.
Sistemas de producción y sistemas de comercialización	- La principal actividad productiva es la agropecuaria, base de subsistencia y generación de utilidades. - Los principales cultivos son: papa, ajo, haba, frutales (durazno, uva, nuez), hortalizas (cebolla, zanahoria). - La ganadería principal esta constituida por ovinos, caprinos, porcinos y bovinos - Existen organizaciones productivas organizadas. - La producción agrícola esta destinada a la venta,	- Insuficiente asistencia técnica y capacitación agropecuaria - No existe renovación de semillas y no se incorporan nuevas variedades - Falta de control fitosanitario. - Falta de control zoosanitario - Falta de fortalecimiento económico a las organizaciones productivas - Falta de condiciones para la transformación a escala comercial - Escaso conocimiento de	- Escasa nivel de tecnificación en la producción agropecuaria - Degeneración de semillas de calidad y falta de semillas - Presencia de plagas y enfermedades en los cultivos - Presencia de enfermedades y degeneración genética de razas - Escaso conocimiento del productor agropecuario en el combate de plagas y enfermedades

EJES TEMÁTICOS	POTENCIALIDADES	LIMITACIONES	PROBLEMAS
	consumo, semillas ✚ Existe infraestructura productiva comunal ✚ Realización de ferias productivas en las comunidades ✚ Transformación de la producción agropecuaria (pelón, vinos y singanis, queso, etc.). ✚ Distribución del trabajo a nivel familiar, y comunal ✚ Buena diversidad de especies forestales, adaptadas a las condiciones locales ✚ Yacimientos de minerales no metálicos ✚ Apertura de mercados para la comercialización de la producción agrícola ✚ Atractivos turísticos . ✚ Numerosas fiestas religiosas y manifestaciones culturales	estrategias de comercialización que incrementen sus ingresos económicos.	

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

ESTUDIO DE MERCADO

ESTUDIO DE MERCADO

Para efectuar un análisis del mercado consumidor, se debe realizar una caracterización del bien ofertado, se puede considerar un bien de consumo, si éste está dirigido al consumidor final; o bien intermedio, si el producto está destinado a fábricas para uso industrial.

El estudio de mercado contempla las siguientes etapas:

- ✓ Definición de objetivos
- ✓ Metodología de la investigación
- ✓ Recolección de información
- ✓ Procesamiento y análisis de datos

1.- RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MERCADO

Para el desarrollo del presente estudio de mercado, se pretende obtener lo siguiente:

- ❖ Identificar las oportunidades de mercado para el yeso en el departamento de Tarija.
- ❖ Estimar y proyectar la demanda efectiva de productos.
- ❖ Identificar las principales características de los productos.

2.- METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

El presente estudio de mercado se realizó en base a la metodología de la investigación exploratoria y concluyente.

La investigación exploratoria se diseñó con el fin de obtener un análisis preliminar de la situación actual en el área de estudio en tiempo y costos mínimos, para lo cual se

revisó información proveniente de fuentes secundarias, observación directa y entrevistas con personas consumidoras.

La investigación concluyente se realizó con el fin de conocer las principales características y variables que influyen en el mercado objeto de estudio.

Para la recolección de información se utilizó la técnica del muestreo.

En cuanto al procesamiento y análisis de datos se utilizó el método estadístico, el método deductivo para el arribo de conclusiones y el inductivo en la generalización de los resultados obtenidos.

3.- RECOLECCION DE INFORMACION

Para la recolección de información se utilizaron las siguientes técnicas y métodos:

- ✓ Técnica del muestreo, se distribuyeron las encuestas y entrevistas a productores y distribuidores.
- ✓ Método cronológico, para evaluar el comportamiento histórico del crecimiento de la población demandante de yeso en la zona de estudio.

4.- PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizaron los siguientes métodos:

- ✓ El método estadístico para diseñar la encuesta y seleccionar donde se aplicará la misma, como así también su posterior análisis e interpretación, conjuntamente con las técnicas de la entrevista personal y técnicas estadísticas descriptivas.
- ✓ El método deductivo para sacar conclusiones importantes del sector.
- ✓ El método inductivo para generalizar los resultados obtenidos mediante un muestreo.

- ✓ El método comparativo para realizar comparaciones de diferentes tipos de yeso existentes en el mercado de la ciudad de Tarija y obtener algunas características distintivas.

5.- ESTRUCTURA DEL MERCADO

En el estudio de mercado para el yeso se consideró como demanda el consumo directo del producto elaborado por parte de la población de la ciudad de Tarija, que comprende 4 ciudades de mayor importancia en cuanto al consumo del producto a elaborar, como es el yeso para construcción:

- ❖ Ciudad de Tarija
- ❖ Ciudad de Yacuiba
- ❖ Ciudad de Bermejo
- ❖ Ciudad de Villamontes

Analizando la oferta del producto en el mercado regional mediante encuestas practicadas a los diferentes centros de distribución, se estimó la población del mercado potencial representada por las familias de la ciudad de Tarija que consumen yeso, mediante datos extraídos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2001.

6.- DESCRIPCION Y ESPECIFICACIONES DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS

6.1.- MATERIAS PRIMAS

El yeso es un sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), se presenta en cristales tabulares exfoliables en láminas, generalmente incoloros. Tiene una dureza de 2 en la escala de Mohs y una gravedad específica de 2,32. (18)

Su color generalmente varía de blanco a blanco grisáceo, sin embargo, puede tener diversas tonalidades de amarillo, rojizo, castaño, azul grisáceo, rosa o amarillo como

consecuencia de impurezas; es suave y plástico; a altas temperaturas de calcinación pierde toda el agua. (18)

Entre algunas variedades de este mineral, podemos mencionar las siguientes: (18)

- ❖ **Selenita**, es la variedad incolora y transparente que se presenta con brillo o lustrosidad perla. La palabra selenita proviene de la palabra griega luna y significa roca de luna.
- ❖ **Espato satinado**, es un agregado de fibras compactas, tiene una apariencia mu satinada que por sus cristales fibrosos proyecta juegos de luces.
- ❖ **Alabastro**, es un fino material masivo granulado, es una piedra ornamental usada desde la antigüedad en finas esculturas.

En estado natural el *pedra de yeso* o *yeso crudo*, contiene 79,07% de sulfato de calcio anhidro y 20,93% de agua y es considerado una roca sedimentaria, incolora o blanca en estado puro, sin embargo, generalmente presenta impurezas que le confieren variadas coloraciones, entre las que encontramos la arcilla, óxido de hierro, sílice, caliza, etc. (3)

6.2.- PRODUCTOS

El **yeso** es un producto preparado a partir de una roca natural denominada (sulfato de calcio dihidrato) mediante deshidratación, al que puede añadirse en fábrica determinadas adiciones de otras sustancias químicas para modificar sus características de fraguado, retención de agua y, que una vez amasado con agua, puede ser utilizado directamente. También, se emplea para la elaboración de materiales prefabricados. (3)

El yeso natural, o sulfato cálcico dihidrato $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, está compuesto por sulfato de calcio con dos moléculas de agua de hidratación. Si se aumenta la temperatura hasta lograr el desprendimiento total de agua, fuertemente combinada, se obtienen durante el proceso diferentes yesos empleados en construcción. (3)

7.- ANALISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS

7.1.- MATERIAS PRIMAS

7.1.1.- PRODUCCION MUNDIAL DE YESO

Según la información producida por el Servicio Geológico Americano (<http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/gypsum/gypsumcs05.pdf>) la producción mundial de yeso alcanzó en el año 2004 los 106 Mt. (millones de toneladas), los que se distribuyeron según se muestra en el Cuadro siguiente:

Tabla 3.1.- Producción mundial de yeso

PAIS	2003	2004
Estados Unidos	16 700 000	18 000 000
Australia	4 000 000	4 000 000
Austria	1 000 000	1 000 000
Brasil	1 650 000	1 650 000
Canada	9 000 000	9 000 000
China	6 900 000	6 900 000
Egipto	2 000 000	2 000 000
Francia	3 500 000	3 500 000
India	2 300 000	11 500 000
Iran	11 500 000	1 200 000
Italia	1 200 000	1 200 000
Japón	5 700 000	5 700 000
Mexico	6 800 000	6 800 000
Polonia	1 100 000	1 100 000
España	7 500 000	7 500 000
Rusia	1 000 000	1 000 000
Tailandia	6 500 000	6 500 000
Gran Bretaña	1 500 000	1 500 000
Uruguay	1 130 000	1 130 000
Otros países	12 500 000	12 500 000

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior, es posible apreciar que entre los países latinoamericanos donde la producción de yeso es importante, se concentra en Brasil, México y Uruguay. Argentina, si bien posee depósitos con grandes reservas, los volúmenes de producción para el año 2003, han sido estimados en alrededor de 500 000 millones de toneladas, muy inferior a la de los países mencionados.

El principal destino del yeso es la industria de la construcción, destinándose a enmiendas de suelos para cultivos, un porcentaje relativamente bajo.

7.1.2.- PRODUCCION DEPARTAMENTAL DE YESO

Respecto a la producción de yeso en nuestro departamento, existen 2 zonas que son las importantes:

- ❖ Localidad de Narváez, provincia O'Connor
- ❖ Localidad de El Puente, provincia Mendez

Se trata de yacimientos que cuentan con cantidades apreciables de yeso de muy buena calidad.

Para el caso del yacimiento descubierto en O'Connor, este se extiende desde la localidad de Narváez a lo largo de la provincia O'Connor hasta llegar a la localidad Palos Blancos; además que se estima que este podría tener una vida útil de 200 años.
(19)

De no menor importancia, se encuentran los yacimientos de yeso existentes en los alrededores de la comunidad de El Puente, los mismos que cuentan con un mineral de muy alta calidad y en cuantiosas cantidades. (19)

Por lo visto anteriormente, se puede confirmar que existe la suficiente cantidad de materia prima como para instalar cualquier tipo de emprendimiento para el aprovechamiento de la misma.

7.2.- PRODUCTOS

7.2.1.- ANALISIS DE LA OFERTA

En cuanto a la oferta de yeso para la construcción, en nuestro departamento existen varias microempresas que se dedican al procesamiento de yeso crudo, pero todas a nivel artesanal, en cantidades que apenas son suficientes para el abastecimiento de las principales ciudades en nuestro departamento. Esto es un referente que motiva ya sea a la industria privada o estatal para la implementación de plantas procesadoras de yeso a una escala de mediana empresa y con tecnología sofisticada para su procesamiento.

La oferta como la cantidad de unidades del bien como es el yeso manufacturado, que los vendedores diversos tienen sus propios mercados y están dispuestos a vender a un precio que les sea favorecido. A mayor incremento en el precio, mayor será la cantidad ofrecida puesto que la relación entre el precio y la cantidad es directa y positiva.

Sobre esta base, se establece que el estudio de oferta del yeso manufacturado que se pretende ofrecer en todo el departamento de Tarija tiene como objetivo conocer la cantidad y el precio del mercado existente de este producto, a fin de reflejar las posibilidades de incursionar en el mismo con un positivo rendimiento económico.

A nivel departamental la oferta actual cubre el sector de la construcción con yeso calcinado en condiciones precarias. Se calculó en 45.500 Toneladas al año es decir 1.820.000 bolsas de 25 kg, de las cuales directamente el 9% son ofertados en la ciudad de Tarija, el 10% son ofertados en Padcaya, el 11% es ofertado en Villamontes y el 70% es ofertado a los intermediarios en los mismos centros de producción artesanal a precios reducidos por la facilidad de venta sin gastos en transporte hasta los centros de venta de los mayoristas. Como lo indica el siguiente cuadro:

7.2.2.- DEMANDA DE YESO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

La Cantidad demandada del producto (yeso) puede cambiar en relación a las modificaciones en el precio, o aumento en las preferencias del consumidor final por este producto.

La demanda del yeso manufacturado estará conformada por aquellos consumidores que se dedican a la construcción y la agricultura en el departamento de Tarija.

En cuanto a la demanda de yeso para construcción a nivel internacional, existen importantes mercados para la compra del mismo y en muy grandes cantidades, tales como en 2 países vecinos, como son Paraguay y Argentina.

Actualmente Paraguay importa yeso de Brasil, cuyos costos son elevados en relación a precios de mercado, existiendo amplias expectativas de este país para realizar la compra de yeso de nuestro país y reducir sus importaciones de Brasil. Puede observarse, la ventaja competitiva que presenta nuestro departamento de Tarija debido a las cercanías a este país demandante de yeso, como es Paraguay.

Se realizó un análisis de la demanda actual para determinar el tamaño del mercado consumidor, los resultados de la información obtenida en cuanto a las cantidades y precios a los que compran y venden el yeso calcinado los establecimientos de materiales para la construcción, se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 3.2.- Demanda actual potencial de yeso

Demanda Potencial actual de yeso para construcción en el Dpto. de Tarija					
Nº	Demandantes del producto yeso	Numero de Comercializadores	Bolsas que demandan al año	Precio de Compra (Bs)	Precio de Venta (Bs)
1	Tarija	18	1 095 925	10,00	11,00
2	Yacuiba	10	608 847	10,00	12,00
3	Bermejo	6	366 000	10,00	12,00
4	Villa Montes	8	390 500	10,00	12,00
Total		42	2 461 272		
<i>Fuente: Elaboración propia</i>					

Según los resultados del estudio, los demandantes de yeso para la construcción se encuentran concentrados mayormente en las ciudades de Tarija, Bermejo, Yacuiba y Villa Montes. La demanda actual de yeso para la construcción en el departamento de Tarija es de 2 461 272 bolsas, donde se observa que el porcentaje de consumo según la distribución geográfica es la siguiente:

Tarija: 44,53 %

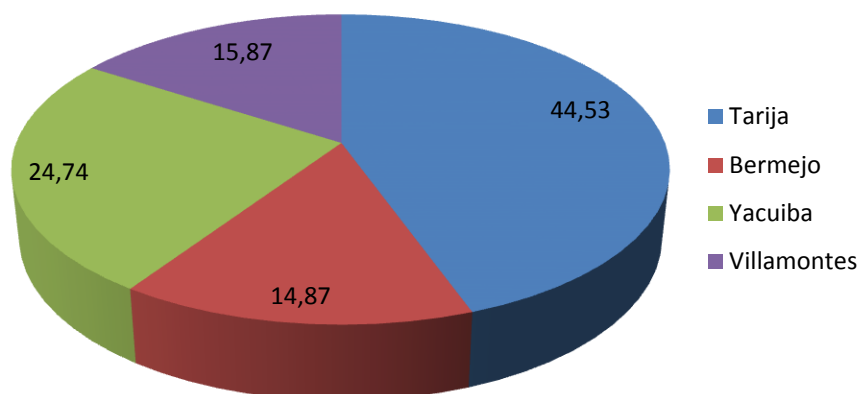
Bermejo: 14,87 %

Yacuiba: 24,74 %

Villamontes: 15,87 %

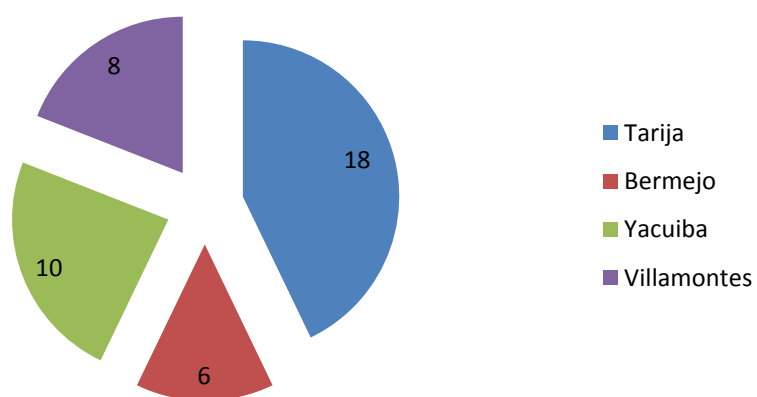
Siendo Tarija el primer consumidor en el mercado, con un 44,53 % de cuota de mercado.

Fig. 3.1.- Porcentaje de demanda de Yeso



En cuanto a la cantidad de comercializadores identificados en cada ciudad, gráficamente se muestra como sigue:

Fig. 3.2.- Zonas de mercado del proyecto



El precio de 4,50 a 6,00 Bs es lo que paga el mayorista al productor y el precio de 11,00 Bs o 12,00 Bs es el precio que paga el consumidor final al mayorista quien sale beneficiado por la diferencia. Mientras que el precio de la bolsa de yeso en el exterior del país esta en 30 Bs.

En cuanto a la demanda actual en el departamento de Tarija, como lo muestra el cuadro siguiente, se la clasifica en demanda de yeso para la construcción de obras civiles, fabricación de cemento y en la agricultura para mejorar de los suelos:

Tabla 3.3.- Demanda actual en el departamento de Tarija

Nº	Detalle	Toneladas año	Bolsas de 25 kg.
1	Construcción	51.752	2.070.080
2	Cemento	6.857	274.288
3	Agrícola	2.500	100.000
Total		61.109	2.444.368

Fuente: Elaboración propia

La demanda total anual de yeso incluyendo para la construcción, como insumo para el cemento y para el sector agrícola es de 61 109 toneladas.

De la demanda total, el 85% es utilizado para la construcción, el 11% es utilizado como insumo para la producción de cemento y el 4% es demandado para el sector agrícola.

7.2.3.- PROYECCION DE LA DEMANDA POTENCIAL DE YESO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

Elección del modelo de Proyección de la demanda

La demanda de un producto en función del tiempo es afectada por muchos factores tales como: el tamaño de la población, el volumen de la oferta, los precios de los productos, así como también de la oferta de productos, los cambios en los ingresos de la población, cambios de costumbres, etc. Es por esta razón que para estimar la demanda futura, se debería analizar el comportamiento de la demanda con relación a estos factores en una serie de periodos anteriores, es decir, se debería establecer cómo y en qué medida, han incidido éstos en la demanda pasada y presente, para lo cual se requiere información histórica suficiente y confiable.

Al existir poca o ninguna información histórica sobre los factores que afectan la demanda de las diferentes áreas de mercado estudiadas, se imposibilita la utilización de modelos econométricos o de series de tiempo, sin embargo, en estudios de mercado es bastante común la utilización de las tasas de crecimiento poblacional para la proyección de la demanda.

El crecimiento poblacional en las áreas de mercado estudiadas es considerado como el principal parámetro que incide en la demanda futura de diferentes tipos de productos, asumiendo un crecimiento exponencial en la demanda con una tasa de crecimiento similar al de la población.

Para este tipo de proyección, se emplea la siguiente expresión matemática:

$$Q_n = Q_0 * (1 + i)^n$$

Donde:

Q_n = Demanda para el año n

Qo = Demanda en el año base

i = Índice de crecimiento de la población

n = Año de análisis.

Recurriendo a series históricas poblacionales de las áreas de estudio, se obtienen las tasas medias anuales de crecimiento exponencial:

Tabla 3.4.- Tasas medias anuales de crecimiento exponencial

	Tarija	Bermejo	Yacuiba	Villamontes
Tasas medias anuales	4,10%	1,96%	3,48%	3,48%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE

El año base de las proyecciones se constituye en el año en el cual se realiza el presente estudio: 2011, a partir del cual se proyecta la demanda para 10 años, el primero de los cuales se entiende que será necesario para la puesta en marcha del proyecto.

Tabla 3.5.- Demanda potencial de yeso (bolsas/año – 1 bolsa = 25 kg)

N	Año	Tarija	Bermejo	Yacuiba	Villamontes
		Bolsas/año	Bolsas/año	Bolsas/año	Bolsas/año
0	2011	1095925,0	366000,0	608847,0	390500,0
1	2012	1140857,9	373173,6	630034,9	404089,4
2	2013	1187633,1	380487,8	651960,1	418151,7
3	2014	1236326,1	387945,4	674648,3	432703,4
4	2015	1287015,4	395549,1	698126,1	447761,5
5	2016	1339783,1	403301,9	722420,8	463343,6
6	2017	1394714,2	411206,6	747561,1	479467,9
7	2018	1451897,4	419266,2	773576,2	496153,4
8	2019	1511425,2	427483,8	800496,7	513419,5
9	2020	1573393,7	435862,5	828354,0	531286,5
10	2021	1637902,8	444405,4	857180,7	549775,3

Fuente: Elaboración propia

En el estudio final de un proyecto, nunca se asume que la demanda insatisfecha o la potencial son las que el proyecto podrá cubrir efectivamente, ya que esto excluiría del análisis a las diferentes variables que afectan la demanda de un producto, además de obviar las consideraciones con respecto a la eficiencia del sistema de mercadeo a desarrollar, la cual depende directamente de la mezcla de marketing.

La demanda de un producto es afectada por muchas variables explicativas, tales como: precios de los productos, consumo de productos complementarios, subidas o bajadas de precios, volumen de la oferta, ingreso de la población en los mercados de estudio, etc.

Se considera que los mercados de los productos complementarios a los productos de estudio, corresponden a mercados de competencia perfecta, por lo que esta variable no debería afectar a las demandas potenciales hasta ahora encontradas.

Una variable que si afecta notoriamente a la demanda efectiva es el ingreso de los potenciales consumidores, pues si bien hasta ahora se han cuantificado demandas que desplacen a los productos competidores y a cierto nivel de precios, no se toma en cuenta que los ingresos per cápita de los futuros consumidores potenciales no variarán notoriamente en el tiempo. Tomando en cuenta estos criterios, además de que el nivel de la actividad constructiva en nuestro departamento mas bien tiene tendencias de incremento, es que se considera como demanda efectiva al 80 % de la demanda potencial, dejando un 20 % restante como posible demanda que puede ser afectada por diferentes variables descritas anteriormente. Por lo cual, las demandas efectivas para el proyecto, son las siguientes:

Tabla 3.6.- Demanda efectiva de yeso (bolsas/año – 1 bolsa = 25 kg)

N	Año	Tarija	Bermejo	Yacuiba	Villamontes
		Bolsas/año	Bolsas/año	Bolsas/año	Bolsas/año
0	2011	876740,0	292800,0	487077,6	312400,0
1	2012	912686,3	298538,9	504027,9	323271,5
2	2013	950106,5	304390,2	521568,1	334521,4
3	2014	989060,8	310356,3	539718,6	346162,7
4	2015	1029612,3	316439,3	558500,8	358209,2
5	2016	1071826,4	322641,5	577936,7	370674,9
6	2017	1115771,3	328965,3	598048,9	383574,3
7	2018	1161518,0	335413,0	618861,0	396922,7
8	2019	1209140,2	341987,1	640397,3	410735,6
9	2020	1258714,9	348690,0	662683,2	425029,2
10	2021	1310322,3	355524,3	685744,5	439820,3

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior, para el décimo año se tendría una demanda efectiva total para el departamento de Tarija de 2 791 411,4 bolsas de yeso. Considerado que cada bolsa de yeso contiene 25 kg, esta demanda expresada en toneladas métricas sería de: 69 785,3 tm/año.

CAPITULO IV

TAMAÑO Y LOCALIZACION DEL PROYECTO

TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

1.- JUSTIFICACION DEL TAMAÑO

La importancia de definir el tamaño que tendrá el proyecto se manifiesta principalmente en su incidencia sobre el nivel de las inversiones y los costos que se calculen, por tanto, sobre la estimación de la rentabilidad que podría generar su implementación. De igual forma, el tamaño determinara el nivel de operación que posteriormente explicara la estimación de los ingresos por venta.

La determinación del tamaño responde a un análisis interrelacionado de una gran cantidad de variables: financiamiento, capacidad de equipos, demanda, disponibilidad de insumos y plan estratégico comercial de desarrollo futuro de la empresa que se crearía con el proyecto entre otras.

El tamaño de producción de la planta de procesamiento de yeso, se determinó tomando en cuenta los siguientes factores:

1.1.- CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

Vida del proyecto: 11 años

Etapas de instalación: 1 año

Etapas operativas (funcionamiento): 10 años

- Etapa de transición a capacidad máxima de producción: 3 años
- Etapa constante de producción: 7 años

El desarrollo inicial del proyecto, a partir del estudio de factibilidad se iniciaría un año antes de la etapa de instalación, con la consecución de los diseños finales, con los cuales

recién se iniciaría la fase de la instalación de la planta, que se prevé tendría una duración de 1 año; en el cual estaría comprendida las:

- Pruebas en vacío,
- Capacitación del personal fabril,
- Pruebas con carga y
- Puesta en marcha de la planta.

La capacidad máxima de producción de la planta se estima alcanzar luego de finalizado el tercer año de funcionamiento de la planta y luego de ese tiempo a partir del cuarto año, se tendría una producción constante durante un periodo de tiempo comprendido en los 7 años.

1.2.- DEMANDA DEL PRODUCTO

Si las condiciones determinadas en el estudio de mercado del proyecto permanecen constantes, de acuerdo al análisis de la proyección de la demanda efectiva, la planta podría operar al máximo de su capacidad, incluso en menor tiempo del previsto.

De acuerdo al estudio de mercado realizado para el producto, como es el yeso para construcción, se tiene una demanda efectiva total, al décimo año para el departamento de Tarija de:

2 791 411,4 bolsas de yeso/año, equivalentes a 68 616,0 tm/año

1.3.- DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA

La oferta de materia prima en la zona de influencia del proyecto, es otro factor delimitante del tamaño de la planta. En este caso al encontrarse la materia prima en yacimientos, para su explotación y posterior procesamiento, no se tendría inconvenientes en cuanto a la cantidad de materia prima disponible.

1.4.- FINANCIAMIENTO

El capital de financiamiento para la implementación de cualquier planta de procesamiento, es otro factor preponderante a considerar cuando se trata de determinar el tamaño de la misma.

Para este proyecto en particular, se cuenta con un grupo de inversores privados los cuales cuentan con el capital suficiente para el financiamiento de la planta, sin recurrir en este caso al préstamo de dinero de entidades financieras.

En este sentido, se cuenta con el financiamiento necesario para la implementación de la planta de procesamiento de yeso.

1.5.- DEFINICION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA

Tomando en cuenta los factores antes estudiados, se estima que la planta de procesamiento de yeso, tendrá una capacidad instalada de:

Tabla 4.1.- Capacidad instalada de la planta

Tm de producto (yeso)	
Capacidad Año	68 616,0
Capacidad Mes	5 718,0
Capacidad Día	190,6
Capacidad horaria	7,9

Fuente: Elaboración propia

Para lo cual se consideró trabajar 12 meses al año, 30 días al mes y 24 horas al día.

2.- ESTUDIO DE LOCALIZACION DEL PROYECTO

El desarrollo de todo estudio involucra la decisión de situar el proyecto en un lugar geográfico definido y apropiado, ya que ello no solo determinará la ubicación de un

proyecto sino que también será fundamental en la definición y cuantificación de sus ingresos y costos.

La decisión es a largo plazo con un análisis realizado en forma integrada con variables significativas en la localización del proyecto. La importancia de la selección apropiada para la localización del proyecto y eso se manifiesta en diferentes variables:

- Disponibilidad y costo de transporte.
- Cercanía de materia prima.
- Disponibilidad de agua, energía y otros suministros.
- Mano de obra disponible en el lugar y su costo
- Costo y disponibilidad del terreno.
- Superficie de terreno.
- Topografía de suelos.
- Disponibilidad o cercanía de la ruta principal del camino carretero
- Comunicaciones

2.1.- DEFINICION DE LA MACRO LOCALIZACION

La zona geográfica donde se ubicará el proyecto corresponde al departamento de Tarija ubicado al sur de Bolivia. Geográficamente se encuentra entre el paralelo 20°50' y 22°50' de latitud sur y los meridianos 62° 15' a 65° 20' de longitud oeste. Tiene una extensión territorial de 37.623 Km² que representa el 3,4 % del territorio nacional. Políticamente está organizada en 6 provincias, entre ellas la Provincia Mendez (El Puente) donde se ubica el proyecto.

2.2.- DEFINICION DE LA MICRO LOCALIZACION

Para decidir el lugar donde se localizará la planta se deben tomar en cuenta diferentes factores relacionados con las condiciones necesarias para el buen funcionamiento de las actividades productivas, comerciales y sociales de la planta de procesamiento.

La planta procesadora de yeso, se ubica en la comunidad de El Puente, específicamente a 500 m de las canteras de producción de yeso.

El plano aproximado de ubicación de la planta de procesamiento respecto a los yacimientos de producción de yeso, se muestra a continuación:



2.2.1.- MATERIA PRIMA

En cuanto al transporte de la materia prima, este se ve reducido debido a que la planta de procesamiento esta ubicada en las cercanías de los yacimientos de yeso.

La logística del transporte del yeso hasta la planta se realizará de la siguiente manera:

- ❖ Se contará con 10 volquetas (cap. 6 tm c/u) de transporte de yeso desde los yacimientos hasta la fábrica. Cabe indicar que el proyecto difícilmente puede cubrir el costo de las 10 volquetas, por lo cual se pretende comprar solo 2 volquetas y las 8 restantes serán en calidad de flete por transporte
- ❖ Se contará con una pala mecánica para el cargado de yeso a las volquetas, la misma que será en calidad de alquiler.

2.2.2.- MERCADO

La distancia, así como el tamaño de los mercados, son generalmente factores decisivos en la ubicación de un proyecto.

Durante el estudio se consideraron geográficamente los siguientes mercados, ciudades de:

- ❖ Tarija
- ❖ Bermejo
- ❖ Villamontes
- ❖ Yacuiba

De acuerdo al estudio de mercado realizado, se puede observar que el mercado mas grande es la ciudad de Tarija, siendo este el mas cercano a la localidad de El Puente.

Este aspecto también favorece a reducir los costos de transporte del producto terminado hacia la ciudad de Tarija.

2.2.3.- MANO DE OBRA

A pesar de las innovaciones tecnológicas introducidas en el proceso de producción, la industria del yeso continúa dependiendo de la mano de obra tanto calificada (ingenieros y técnicos) como no calificada (obreros) para trabajos manuales, para ello se utiliza personal permanente y transitorio.

La disponibilidad de mano de obra no calificada en la localidad de El Puente, no causa problema alguno, ya que se cuenta con los recursos humanos necesarios.

En el caso de la mano de obra calificada, se tiene una disponibilidad relativa de esta, debido a que en esta localidad se ubica la Planta de Cemento “El Puente”.

2.2.4.- AGUA

Este es un factor de relativa importancia para este tipo de industria, de todas maneras, se debe considerar el suministro constante y permanente de este elemento tanto como agua potable como para uso industrial.

2.2.5.- ELECTRICIDAD

Este factor es de mucha importancia para este tipo de industria, ya que se requiere fuerza electromotriz para el funcionamiento de motores y partes móviles de los equipos de la planta, así también para la iluminación de la misma.

Nuevamente, la localidad de El Puente se encuentra favorecida en este aspecto, ya que se cuenta con la suficiente disponibilidad de energía eléctrica trifásica de alta tensión, esto también debido a la existencia de la fábrica de cemento de “El Puente”

2.2.6.- COMBUSTIBLES

Un combustible de mayor uso en esta industria es el gas natural, el cual se encuentra también disponible en esta localidad. Este combustible favorece cuantiosamente en la reducción de costos frente a otro tipo de combustibles, además que posee un considerable valor energético y comercial óptimo para esta actividad.

2.2.7.- TERRENO

Este es otro factor relevante en el lugar donde se ubicará la planta. En esta localidad, se cuenta con la disponibilidad de terrenos planos, sin erosión y de estructura geomorfológica adecuada para la implementación de una industria, además de ser el costo del terreno reducido en relación a otro cercano a una ciudad.

2.2.8.- SERVICIOS BASICOS

La disponibilidad de los servicios básicos (agua, teléfono, alcantarillado y energía eléctrica) en las diferentes localidades, están determinadas por la existencia o no de la distribución de estos por las instituciones pertinentes.

La localidad de El Puente cuenta con todos estos servicios, lo cual favorece el asentamiento de cualquier tipo de industria.

2.2.9.- VIAS DE COMUNICACION

Este es otro factor de fundamental importancia para la instalación de cualquier tipo de industria, ya que es mediante estas vías por donde se realizará el transporte ya sea de materias primas o de los productos.

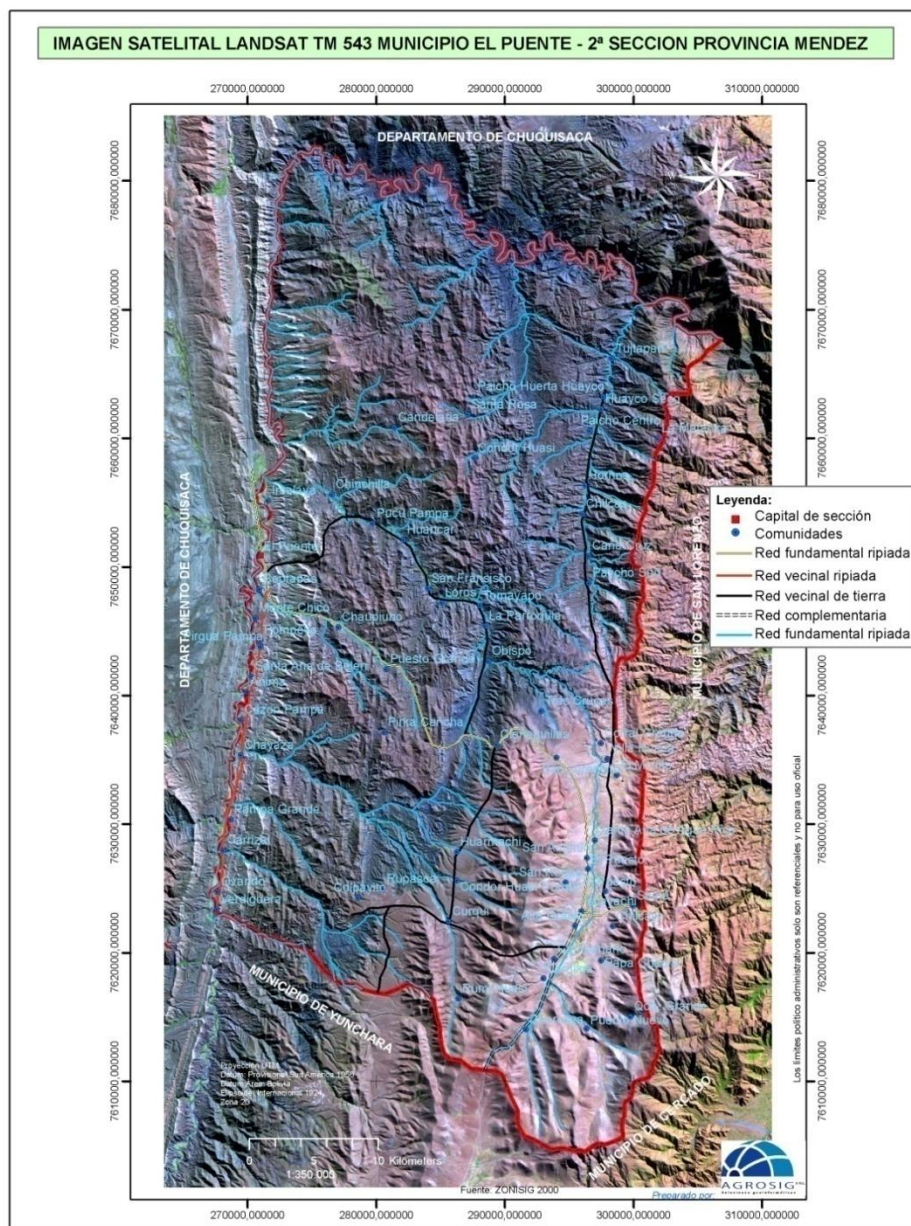
La localidad de El Puente se encuentra favorecida por contar con estas vías de comunicación, es así, que cuenta con una carretera internacional y asfaltada que pasa por esta localidad, misma que comunica a esta localidad con las ciudades de Tarija y Potosí.

Es así, que tomando en cuenta todos estos factores microlocalizacionales, se escoge a la localidad de ***El Puente*** como el lugar donde se implementara esta industria.

La localidad del Puente está ubicado al Nor Este del departamento de Tarija y en la zona Oeste del territorio de la provincia Méndez. Según la lectura de los mapas cartográficos entre las coordenadas 20° 56' y 21° 37' 45" de latitud Sur, y 64° 49' 30" y 65° 15' de longitud Oeste, respecto del meridiano de Greenwich

Además que el proyecto beneficia a varias comunidades: Chaupiuno, Chinchilla, Ircalaya, Monte Chico y Septapas.

Fig. 4.1.- Imagen satelital, Municipio de El Puente



Fuente: www.worldmapfinder.com

Para la planta Industrial de El Puente se calculo una superficie de 1 ha de terreno donde se instalará la misma y la concesión de 10 ha de terreno, donde se cuenta con los yacimientos de yeso.

Tabla 4.2.- Características que se destacan de El Puente

Nº	Ubicación Física de la Planta Industrial	
1	Departamento	Tarija
2	Provincia	Mendez
3	Municipio	El Puente
4	Distrito	-
5	Cantón	El Puente
6	Comunidad	El Puente
7	Latitud	21° 25' 29,59" S
8	Longitud	64° 16' 46,15" O
9	Altura	1.691,064 m.s.n.m.
10	Superficie	11 ha
16	Uso del suelo	Aprovechamiento de yeso y forestal
17	Uso actual	Pastoreo
18	Uso potencial	Implantaciones Forestales

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V

INGIENERIA DE PROYECTO

INGENIERÍA DEL PROYECTO.

1.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS

1.1.- CARACTERISTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS

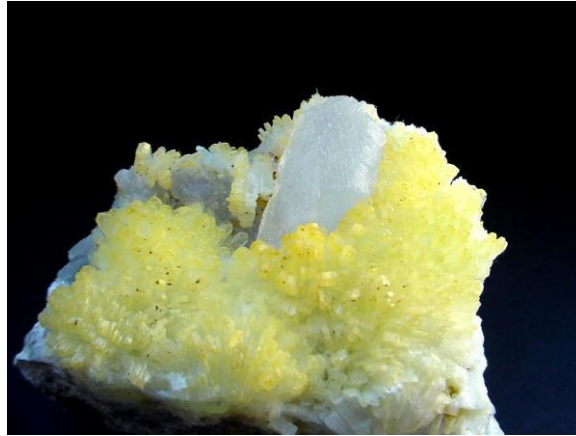
El yeso es un sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que se presenta en cristales tabulares exfoliables en láminas, generalmente incoloros. Tiene una dureza de 2 en la escala de Mohs y una gravedad específica de 2,32. (3)

Su color generalmente varía de blanco a blanco grisáceo, sin embargo, puede tener diversas tonalidades de amarillo, rojizo, castaño, azul grisáceo, rosa o amarillo como consecuencia de impurezas; es suave y plástico; a altas temperaturas de calcinación pierde toda el agua. (3)

Entre algunas variedades de este mineral, podemos mencionar las siguientes: (3)

- ❖ **Selenita**, es la variedad incolora y transparente que se presenta con brillo o lustrosidad perla. La palabra selenita proviene de la palabra griega luna y significa roca de luna.

Fig. 5.1.- Selenita



Fuente: <http://www.milarium.com>

Se pueden encontrar cristales de selenita enormes en rocas huecas. Las planchas extensas y transparentes de selenita pueden dividirse en placas transparentes muy finas que, en la antigüedad sustituían al vidrio; estas placas eran llamadas en la Antigua Roma como lápiz especularis. En la actualidad la selenita se extrae de canteras y se usa como yeso común. (3)

- ❖ ***Espato satinado***, es un agregado de fibras compactas, tiene una apariencia mu satinada que por sus cristales fibrosos proyecta juegos de luces.

Fig. 5.2.- Espato satinado



Fuente: <http://www.milarium.com>

- ❖ **Alabastro**, es un fino material masivo granulado, es una piedra ornamental usada desde la antigüedad en finas esculturas.

La apariencia mármorea, la ductilidad y la translucidez del alabastro han hecho de este un material muy apreciado desde la antigüedad por sus valores ornamentales. El nombre de este mineral procede de *alabastra*, una ciudad de antiguo Egipto de donde se extraía para su tallado. (3)

Fig. 5.3.- Alabastro



Fuente: <http://www.milarium.com>

Egipcios, griegos, etruscos y romanos lo utilizaron en revestimientos arquitectónicos, para fabricar vasos y tallar estatuas. Actualmente se esculpen esculturas en alabastro y se emplea en la construcción y en la elaboración de piezas ornamentales. (3)

En estado natural el *piedra de yeso* o *yeso crudo*, contiene 79,07% de sulfato de calcio anhidro y 20,93% de agua y es considerado una roca sedimentaria, incolora o blanca en estado puro, sin embargo, generalmente presenta impurezas que le confieren variadas coloraciones, entre las que encontramos la arcilla, óxido de hierro, sílice, caliza, etc. (3)

En la naturaleza se encuentra la o *karstenita*, sulfato cálcico, CaSO_4 , presentando una estructura compacta y sacaroidea, que absorbe rápidamente el agua, ocasionando un

incremento en su volumen hasta de 30% o 50%. También se puede encontrar en estado natural la basanita, sulfato cálcico semihidrato, $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, aunque raramente, por ser más inestable. (3)

Las principales características de este mineral, podemos resumirlas en el siguiente cuadro:

Tabla 5.1.- Características del yeso

Nombre del mineral	Yeso (selenita)
Tipo básico	Sedimentario. Compuestos de oxígeno
Grupo	Sulfatos
Sistema cristalino	Monoclínico
Composición química	Sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
Formación	Origen Sedimentario, por deshidratación de cuencas saladas; por hidratación de la anhidrita; por acción fumarólica de aguas sulfurosas sobre calizas o tobas volcánicas. El yeso se originó hace 200 millones de años como resultado de depósitos marinos, cuando parte de lo que ahora son nuestros continentes eran inmensas extensiones oceánicas; durante este periodo, algunos mares se secaron dejando lechos de yeso que se recubrieron para ser descubiertos posteriormente por el hombre. El yeso tiene distintos modos de formarse: por precipitación directa, por floculación, por cristalización en filones o por el paso de la anhidrita ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$) a yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) con ganancia de agua. Formado en ambiente evaporítico, por precipitación directa de soluciones en conexión con rocas calcáreas y arcillas en depósitos evaporíticos asociados a antiguos mares o lagos salados. Por hidratación directa de la anhidrita: también se puede formar en filones de yeso cuando en áreas volcánicas, cuando por acción fumarólica de aguas sulfurosas; los vapores de ácido sulfúrico reaccionan con las capas de caliza de las rocas encajantes. Por la acción del ácido sulfúrico procedente de las piritas al actuar sobre la calcita de margas y arcillas calcáreas.

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.- Características físicas del yeso

Estructura	Cristales laminares, son frecuentes las maclas en formas diversas: puntas de flecha, cola de golondrina, puntas de lanza; la aparente variedad de formas de cristales puede reducirse a un tipo, el llamado "Trapeciano" por el mineralogista Francés, René J. Haüy.
Dureza	2
Textura	No clástica
Densidad	2,32
Color	Blanco, incoloro o ligeramente teñido
Brillo	Opaco, vítreo, sedoso, plateado o apagado.
Propiedades	Exfoliación laminar y transparencia, de baja conductividad térmica, aislante. Regulación higrométrica, absorción acústica, blancura, durabilidad.
Usos	Sus aplicaciones son múltiples: en albañilería (confección de morteros simples para la construcción de tabiques y bóvedas para formación de cielos rasos, revocos y enlucidos, esgrafiados, estucos, etc.) en la fabricación de placas machienbradas para techos falsos, artesonados, pisos, florones y motivos de adorno. Junto con arcilla se emplea como fertilizante y sin fraguar es un aditivo retardador de la solidificación en el cemento. También se usa como fundente cerámico y como relleno de pinturas. El espato satinado y la variedad alabastro se tallan y pulen con fines ornamentales. Los ejemplares cristalizados como rosa del desierto, se venden como objetos decorativos y a coleccionistas. Debido a su exfoliación laminar y su transparencia, así como su baja conductividad térmica, los romanos lo utilizaron en algunos casos a modo de aislante en ventanas, como hoy se usa el vidrio (como el caso del Yacimiento romano de Segobriga –Madrid). Como materiales de carga en la industria del papel y la goma. En cerámica, agricultura para mejorar las tierras de cultivo como abono y desalinizador; en medicina se utiliza para la elaboración de vendas de yeso, moldes quirúrgicos, odontológicos, producción de pasta dentrífica. En la industria química y farmacéutica como fuente de calcio, componente en medicamentos y lápices labiales. En la industria de alimentos, en el tratamiento de agua, limpieza de vinos, refinamiento de azúcar, vegetales enlatados y alimento para animales.

Fuente: elaboración propia

1.2.- CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

El **yeso** es un producto preparado a partir de una roca natural denominada (sulfato de calcio dihidrato: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), mediante deshidratación, al que puede añadirse en fábrica determinadas adiciones de otras sustancias químicas para modificar sus características de fraguado, retención de agua y, que una vez amasado con agua,

puede ser utilizado directamente. También, se emplea para la elaboración de materiales prefabricados.

Fig. 5.4.- Yeso natural y yeso calcinado

Yeso natural



Fuente: <http://www.milarium.com>

Yeso Calcinado



Fuente: <http://www.milarium.com>

El yeso natural, o sulfato cálcico dihidrato $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, está compuesto por sulfato de calcio con dos moléculas de agua de hidratación. Si se aumenta la temperatura hasta lograr el desprendimiento total de agua, fuertemente combinada, se obtienen durante el proceso diferentes yesos empleados en construcción, los que de acuerdo con las temperaturas crecientes de deshidratación pueden ser: (18)

- Temperatura ordinaria: piedra de yeso, o sulfato de calcio bihidrato: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- 107°C: formación de sulfato de calcio hemihidrato: $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.
- 107 – 200°C: desecación del hemihidrato, con fraguado más rápido que el anterior: yeso comercial para estuco.
- 200 – 300 °C: yeso con ligero residuo de agua, de fraguado lentísimo y de gran resistencia.
- 300 – 400 °C: yeso de fraguado aparentemente rápido, pero de muy baja resistencia
- 500 – 700 °C: yeso Anhidro o extra cocido, de fraguado lentísimo o nulo: yeso muerto.
- 750 – 800 °C: empieza a formarse el yeso hidráulico.
- 800 – 1000°C: yeso hidráulico normal, o de pavimento

El yeso, como producto industrial, es sulfato de calcio hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), también llamado vulgarmente "yeso cocido". Se comercializa molido, en forma de polvo. Una variedad de yeso se utiliza profusamente, por su facilidad de tallado, para elaborar pequeñas vasijas, estatuillas y otros utensilios. (18)

El yeso es un producto preparado a partir de una roca natural denominada aljez (sulfato de calcio di hidrato) mediante deshidratación, al que puede añadirse en fábrica determinadas adiciones de otras sustancias químicas para modificar sus características de fraguado, resistencia, adherencia, retención de agua y densidad, que una vez amasado con agua, puede ser utilizado directamente. También, se emplea para la elaboración de materiales prefabricados. (3)

Entre otros usos que se le da al yeso, podemos mencionar los siguientes: (18)

- ❖ El yeso también se utiliza para mejorar las tierras agrícolas, pues su composición química, rica en azufre y calcio, lo hace un elemento de gran valor como fertilizante de los suelos, aunque en este caso se emplea el mineral

pulverizado y sin fraguar para que sus componentes se puedan dispersar en el terreno.

- ❖ Asimismo, una de las aplicaciones más recientes del yeso es la “remediación ambiental” en suelos, esto es, la eliminación de elementos contaminantes de los mismos, especialmente metales pesados. Ayuda a sustituir el sodio por calcio y permite que el sodio drene y no afecte a las plantas. Mejora la estructura del terreno y aporta calcio sin aumentar el pH, como haría la cal.
- ❖ De la misma forma, el polvo de yeso crudo se emplea en los procesos de producción del cemento Portland, donde actúa como elemento retardador del fraguado.

2.- DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO

Extracción:

Inicialmente se desmonta el área a trabajar por medio de una pala mecánica que lleva a cabo el descapote. La remoción del material de desecho se realiza a través de camiones, retirando estos toda la tierra y material ajeno al yeso, posteriormente se barrena aplicando un plan de minado prediseñado y se realiza la carga de explosivos procediendo a la voladura, obteniéndose de esta manera la roca fragmentada, la cual es cargada en camiones para alimentar a la chancadora.

Estos fragmentos de sulfato de calcio dihidratado pueden llegar a tener tamaños de mas de 50cm de diámetro.

Fig. 5.5.- Extracción del yeso



Fuente: <http://www.milarium.com>

Trituración primaria:

La primera trituración, reduce el tamaño de las piedras para facilitar su manejo a una dimensión inferior a los 15 cm.

La materia prima que llega de las canteras tiene un diámetro a veces mayor a los 50 cm. Este yeso que llega debe estar exento de finos e impurezas, para lo cual se realiza una inspección visual retirando manualmente las rocas del mineral que no cumpla con las especificaciones y los materiales contaminantes que afectarían al equipo y al producto, y se distribuye vaciando cada una de las piedras de yeso en la tolva con la ayuda de un alimentador de pala a vaivén, que es el encargado de alimentar la trituradora primaria.

Esta operación se la realiza en chancadoras, que son las encargadas de reducir el tamaño de las piedras. La roca triturada, es movida a través de una banda transportadora hasta el triturador secundario.

Fig. 5.6.- Yeso triturado



Fuente: <http://www.milarium.com>

Trituración secundaria:

El objetivo de esta segunda trituración es de reducir aún más el tamaño de las piedras de yeso.

Esta operación se la realiza por medio de quebradoras que permiten reducir el tamaño de las piedras hasta 4 a 5 cm.

Secado:

El secado de las piedras de yeso se realiza con el objeto de reducir la humedad del material, para así lograr una mayor fluidez en su flujo en las etapas subsecuentes.

Esta operación se realiza en secadores rotatorios.

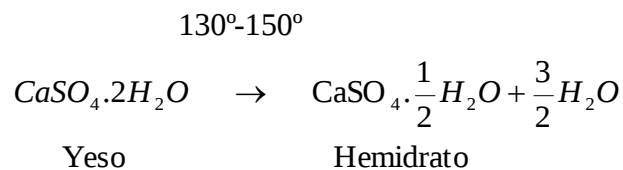
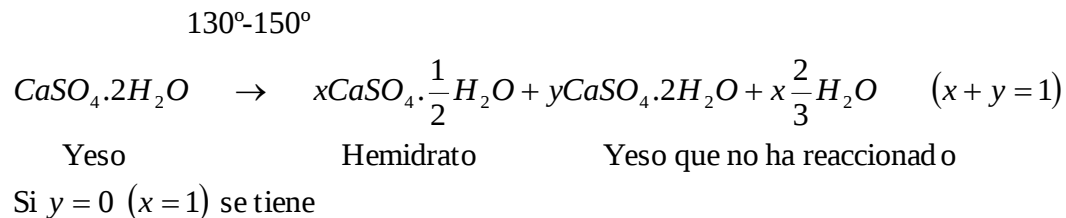
Calcinación:

El objeto de la cocción es la obtención del hemihidrato del sulfato cálcico, $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$, o bien de las formas anhidras del mismo, CaSO_4 , a partir de di hidrato o yeso natural, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Los productos obtenidos fraguan por adición de agua,

regenerando el di hidrato (REHIDRATO), debido el yeso a este fenómeno su carácter de conglomerante y de ahí su empleo como tal en construcción.

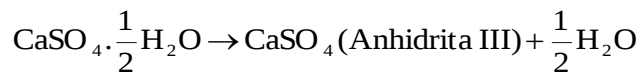
Conforme va subiendo la temperatura de calcinación de la piedra de yeso se van obteniendo productos diferentes que, si bien es verdad que todos son sulfato cálcico, sus propiedades y, por tanto, sus usos son distintos. Por elevación de la temperatura el yeso cede su agua de cristalización en dos etapas.

En la primera cocción, alrededor de los 128 °C, el yeso (Di hidrato) se transforma en hemihidrato y la reacción que tiene lugar puede representarse por (pierde molécula y media de agua de cristalización):



El producto que se obtiene de esta primera etapa de calcinación es el hemihidrato, que debido a la presencia de yeso que no ha reaccionado tiene una velocidad de fraguado muy rápida, por lo que para poder ser utilizado en la práctica (Enlucir, etc.) es necesario añadirle un retardador de fraguado, normalmente queratina, en una proporción del 0.1 % que lo mantiene en estado plástico retardando el principio de la cristalización entre 1 y 2 horas. Se forma así el yeso hemidrato retardado. (3)

En la segunda cocción alrededor de los 180 °C, el hemihidrato se transforma en anhidrita y la reacción que tiene lugar puede representarse por (Pierde media molécula de agua de cristalización): (3)



Anhidrita soluble.

La anhidrita soluble es predominante cuando la temperatura es de 190 - 250 °C y es un producto muy higroscópico (gran afección por el agua), por lo que es muy inestable, pasando rápidamente a hemihidrato al absorber vapor de agua (Humedad atmosférica). También se presenta en las formas polimórficas α y β , según proceda de la deshidratación de uno u otro hemihidrato. Ninguna de las dos formas tiene importancia industrial. Algunas veces se han utilizado como absorbentes, pero nunca en la construcción. (3)

Cuando la anhidrita soluble se calienta a temperaturas más altas su reactividad va disminuyendo continuamente hasta que se llega 600 °C en que, puede suponerse que se realiza la transformación de anhidrita soluble (Anhidrita III) en anhidrita sobrecocida, que es un producto relativamente inerte y es conocido como anhidrita insoluble (menor solubilidad) (ANHIDRITA III), de la que sólo hay una forma polimórfica. (3)

La anhidrita insoluble no toma agua en cantidad apreciable. Para su fraguado es necesaria la adición de un catalizador (acelerador) para que haya reactividad, sino tardaría semanas y aún meses en fraguar. (3)

Las causas de dicho retardamiento no están todavía claras, pero sin duda están relacionadas con fenómenos de superficie y con la energía de formación de las redes cristalinas. Por esto, el retraso es muy acusado en el paso de un sistema cristalino a otro de muy diferente contenido energético, como es el caso de la transformación del yeso, monoclinico, en anhidrita, ortorrómbica. (3)

La importancia tecnológica de dichos retardamientos de las velocidades de transformación es muy grande, puesto que a ellos se debe, principalmente, la

posibilidad de obtener hemihidrato por cocción del di hidrato. En efecto, la velocidad de descomposición del yeso en anhidrita por debajo de los 100 °C es todavía tan pequeña, que se alcanza la temperatura de transformación en hemihidrato sin que apenas se haya formado la anhidrita y, por otra parte, la velocidad de formación del hemihidrato es mayor que la de su descomposición en anhidrita. (18)

En la práctica, la temperatura a que tiene lugar la cocción depende de: (3)

- Velocidad de calentamiento.
- Presión externa.
- Granulometría del yeso empleado. Densidad del yeso.
- Agitación de la masa.

Debido a la pésima conductividad térmica del yeso, los granos de mayor tamaño se cuecen (Deshidratan) mucho más lentamente, como es lógico, que los finos. Las diferencias de densidad de la piedra de yeso ejercen una mayor influencia sobre la velocidad de deshidratación cuando se trabaja con granos gruesos que cuando se realiza con granos finos. (3)

Una presión de vapor elevada (Caso de cocción en autoclave) determina una temperatura de descomposición superior. Paralelamente, con la presión de vapor a que se forma el hemihidrato se modifican sus características morfológicas, que son a su vez determinantes en una serie de propiedades. (3)

Como consecuencia del retardo observado en la destrucción del di hidrato en el interior de los granos gruesos, resulta conveniente sobrepasar la temperatura de la primera cocción con el fin de deshidratarlos totalmente, ya que su presencia acelera extraordinariamente el fraguado del yeso cocido, incluso en cantidades muy pequeñas, y además, si se encuentra en mayor proporción perjudica la resistencia del producto fraguado. En la práctica basta una temperatura de 160 °C.

Por otra parte, en la mayoría de las instalaciones técnicas de cocción son inevitables sobrecalentamientos locales, favorecidos por la baja conductividad térmica del yeso, lo que da lugar a la formación de productos sobre cocidos, en particular de anhidrita, a temperaturas inferiores a la de segunda cocción.

Se puede evitar la formación de una cantidad excesiva de anhidrita aprovechando su propiedad de absorber ávidamente vapor de agua, permitiendo que se establezca un equilibrio entre dicho vapor y el yeso cocido. Si, por el contrario, se extrae vapor de agua se favorece la formación de anhidrita. No es, pues, de extrañar que las instalaciones que trabajan a baja presión y con succión de vapor de agua tiendan a la formación de un producto sobre cocido. (18)

La interpretación y aplicación correcta de los principios anteriores debe servir de guía en la elección del tipo adecuado de horno y en el proyecto de nuevos modelos que permitan la obtención económica de yesos con las características deseadas.

Molienda:

Esta etapa se puede considerar la operación medular del proceso, ya que en ella se lleva a cabo la máxima reducción de tamaño.

El material se descarga del silo y es transportado mediante roscas sinfín hasta la zona de molienda, la cual consta principalmente de un molino de espigas, un elevador y un separador neumático.

En esta etapa se obtiene un producto prácticamente terminado.

Almacenamiento:

Las partículas de yeso que cumplan con la finura estipulada, son transportadas por medio de un elevador de cangilones al silo de almacenaje de material molido, con una capacidad de 100 m³, proveerá de material acabado a la ensacadora.

El yeso conviene usarlo cuando antes mejor, pues corremos el peligro de que absorba humedad, no fraguando entonces en su aplicación. Por este motivo se almacena en silos o depósitos elevados cerrados, protegidos de la humedad. Reaccionando aquí la anhidrita con el dihidrato mejorando el contenido de compuestos hemihidratados. El ensilado del yeso da lugar a su estabilización con la consiguiente mejora de la calidad.

A veces es conveniente e incluso necesario realizar una homogeneización de distintas partidas de yeso, fabricadas en distintas fechas, lo cual se lleva a cabo mediante sistemas mecánicos o neumáticos.

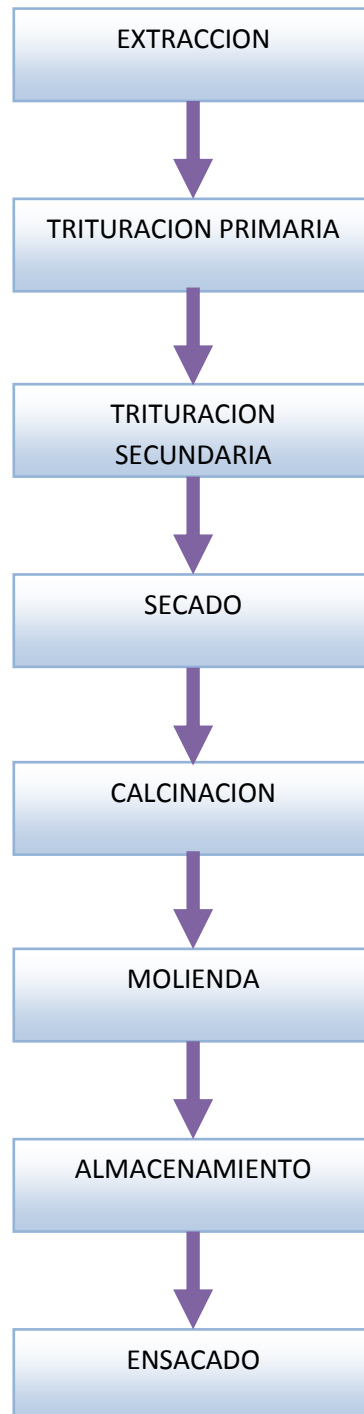
Ensacado:

El yeso almacenado es descargado directamente a la máquina ensacadora, la cual es de funcionamiento manual y llenado volumétrico.

Normalmente se usan sacos de yute o papel, aunque se ha comprobado que el yeso se conserva bastante mejor en sacos de papel que en sacos de yute, en los que la permeabilidad al aire húmedo es mayor.

2.1.- DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

Fig. 5.7.- Proceso productivo del yeso



3.- BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA

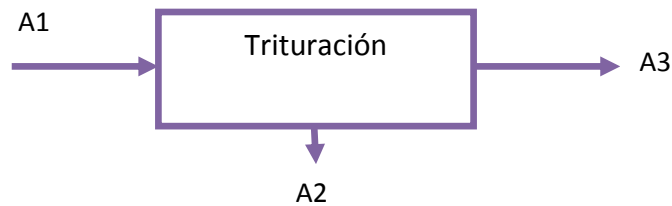
3.1.- BALANCE DE MATERIA

En la realización de los balances de materiales, se tomó en cuenta las pérdidas o cambios que ocurren en cada uno de los equipos de proceso, como también en el transporte de los materiales, el carguío y descarguío en cada etapa del proceso productivo, mismos que se reflejan en los balances individuales.

Balance en la etapa de trituración:

Se tomó como base de cálculo, 193,8 tm/día de yeso a la entrada del proceso.

Las pérdidas estimadas en esta etapa son de 0,4 tm/día



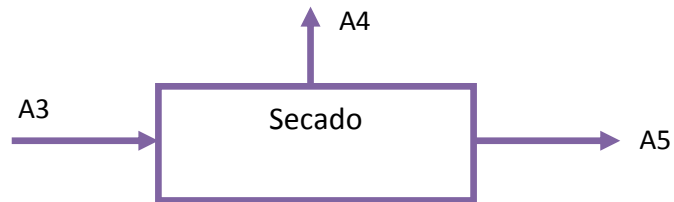
$$A1 = A2 + A3$$

$$A2 = 0,4 \text{ tm/día}$$

$$A3 = 193,4 \text{ tm/día}$$

Balance en la etapa de secado:

Las pérdidas estimadas en esta etapa son del 0,4%.



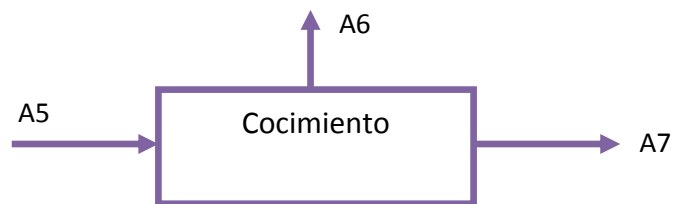
$$A3 = A4 + A5$$

$$A4 = 0,4 \text{ tm/día}$$

$$A5 = 193,0 \text{ tm/día}$$

Balance en la etapa de cocimiento:

Las pérdidas estimadas en esta etapa son del 1%.



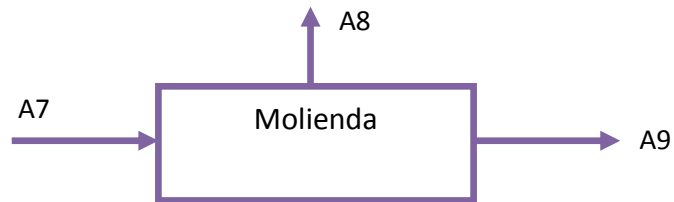
$$A5 = A6 + A7$$

$$A6 = 1,93 \text{ tm/día}$$

$$A7 = 191,1 \text{ tm/día}$$

Balance en la etapa de molienda:

Las pérdidas estimadas en esta etapa son de 0,3 tm/día



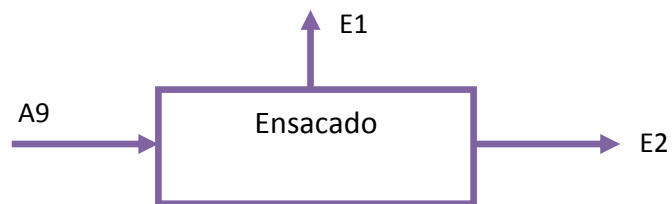
$$A7 = A8 + A9$$

$$A8 = 0,3 \text{ tm/día}$$

$$A9 = 190,8 \text{ tm/día}$$

Balance en la etapa de ensacado:

Las pérdidas estimadas en esta etapa son del 0,2 tm/día



$$A9 = E1 + E2$$

$$E1 = 0,2 \text{ tm/día}$$

$$E2 = 190,6 \text{ tm/día}$$

Realizando un balance global en todo el proceso, se obtendría lo siguiente:

Yeso como materia prima: 193,8 tm/día

Yeso como producto terminado: 190,6 tm/día

3.2.- ASPECTOS ENERGETICOS

Consumo de gas natural en el proceso de producción de Yeso:

Los equipos de la planta de procesamiento de yeso, que funcionarán con gas natural son los siguientes:

- ❖ Secador rotatorio
- ❖ Horno rotatorio continuo

Como para el proyecto se comprarán estos equipos, los requerimientos de gas natural para cada equipo, de acuerdo a especificaciones técnicas (<http://www.milarium.com>) son:

Tabla 5.3.- Consumo de gas

Descripción	Consumo día Pie ³ /día	Consumo mes Pie ³ /mes
Secador	816,7	24501,0
Horno de calcinación	1511,7	45351,0
Otros usos	346,7	7601,0
TOTAL	2726,7	81800,0

Considerando un 20% de incremento en el consumo de gas, el caudal de gas natural requerido en el proceso de producción, es de 98 400 pie³/mes.

Energía eléctrica.

Es importante establecer que para poder poner en funcionamiento la Planta de Producción de Yeso, se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de las diferentes maquinarias, así como la instalación domiciliaria que estará repartida en todos los ambientes tanto de producción, administración y otros.

El requerimiento de energía eléctrica involucra lo siguiente:

Tabla 5.4.- Consumo de energía eléctrica

Descripción	Consumo mensual Kw/mes	Consumo anual Kw/año
Triturador primario	250,0	262,0
Triturador secundario	230,0	2760,0
Secador	80,0	960,0
Horno de calcinación	430,0	5160,0
Molino	585,0	7020,0
Ensacador	75,0	900,0
Alumbrado en general	950,0	11400,0
Oficinas administrativas	420,0	5040,0
TOTAL	3020,0	36 240,0

La tensión de servicio será 380/220 V - 3 fases cuatro hilos, 50 Hz.

4.- REQUERIMIENTO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS PRINCIPALES

Trituración primaria y almacenamiento del crudo.

Las trituradoras con alta eficiencia y pueden disponer de equipamiento de presión hidráulica adopta tres equipamientos de protección para la protección de aceiteras, aceiteras bloqueadas y aceiteras de dirección hidráulica. No sólo protegen la máquina, sino que también se ocupa de los problemas sin desensamblaje de partes.

El equipo puede ajustar el tamaño del material final. La maquinaria con alta dependencia debe ser operada con muchos recursos.

La cámara de la trituradora trabaja de acuerdo al principio de las partículas hundidas y la adaptación de la velocidad puede aumentar bruscamente la proporción de trituración, salida y porcentaje del contenido de producto cúbico en el material triturado final.

En circunstancias especiales tales como la introducción de hierro en la cámara de a trituradora junto con los materiales lo que produce un atascamiento en la cámara de la trituradora, en aquellas que llevan el equipamiento hidráulico puede abrir la cubierta automática, luego los productos pueden producirse exitosamente. Esto reduce enormemente los problemas del frenado de la producción de la máquina artificial. Lo que hace que el mantenimiento sea más conveniente con menor costo.

Es ajustado por medio de un dispositivo hidráulico y lubricado por medio de aceite diluido. Y con el bloqueo del ensamblaje de la manga, puede superar los problemas de mezcla de aceite y agua.

El cóncavo y el manto están hechos de acero de manganeso. Dependiendo del cambio del estilo del cóncavo y protegiendo los productos de la trituradora. La

abrasión de la máquina es reducida grandemente y puede durar más comparada con la antigua trituradora de cono.

El tamaño de la tolva de receptora es de 20 m^3 , el tamaño máximo de alimentación es de hasta 300mm y las reduce a 30 - 40 mm.

Fig. 5.8.- Tolva de descarga



Fuente: www.ubipsl.com/equipos

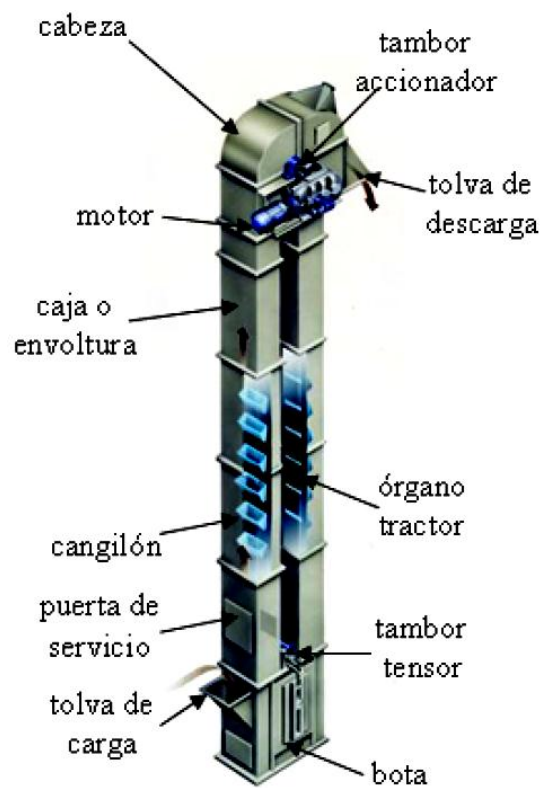
El sistema de transporte consiste en un elevador de cangilones para alimentar el silo de 100 m^3 de capacidad. Constan de una cinta o cadena motora accionada por una polea de diseño especial (tipo tambor) que la soporta e impulsa, sobre la cual van fijados un determinado número de cangilones, el cangilón es un balde que puede tener distintas formas y dimensiones construido en chapa de acero inoxidable, aluminio y modernamente en materiales plásticos, de acuerdo al material a transportar, temperaturas de trabajo. Van unidos a la cinta o cadena por la parte posterior, mediante remaches o tornillos, en forma rígida.

Estos elevadores cuando se utilizan para transporte vertical, deben ir provistos de un freno de retroceso que puede ser de cuña o a trinquete, para evitar el retroceso de la noria y su consecuente atascamiento.

Los elementos que complementan el elevador son:

- ❖ Bandejas de carga y descarga del material
- ❖ Plataforma de mantenimiento del cabezal
- ❖ Riendas tensoras con muertos de anclaje
- ❖ Distribuidor con comando a nivel piso
- ❖ Compuertas laterales para mantenimiento de la banda, limpieza y reemplazo de cangilones.

Fig. 5.9.- Elementos que componen un elevador de cangilones.



Fuente: www.ubipsl.com/equipos

El silo metálico debe ser hermético construido con hojas de láminas de hierro galvanizado liso, con una entrada en la parte superior, obturada con una compuerta,

para llenar el silo, estará en conexión con los tubos de alimentación que provienen del alimentador vertical de cangilones y con una salida en la parte inferior, también obturada con una compuerta regulable, para descargar el silo. El silo puede incorporar un distribuidor de llenado, el cual tiene como finalidad el evitar la disgregación del material almacenado.

En el ensilado de yeso se debe tomar en cuenta las grandes fluctuaciones de temperatura dentro del silo, por lo tanto; para desalojar los aires calientes generados por el yeso que proviene a una temperatura de molido entre 50 y 70° C, el silo debe contar en la parte superior con una salida o sistema de tiraje regulable llamado también extractor alveolar

Trituracion secundaria y alimentacion del horno.

Fig. 5.10.- Triturador secundario.



Fuente: www.ubipsl.com/equipos

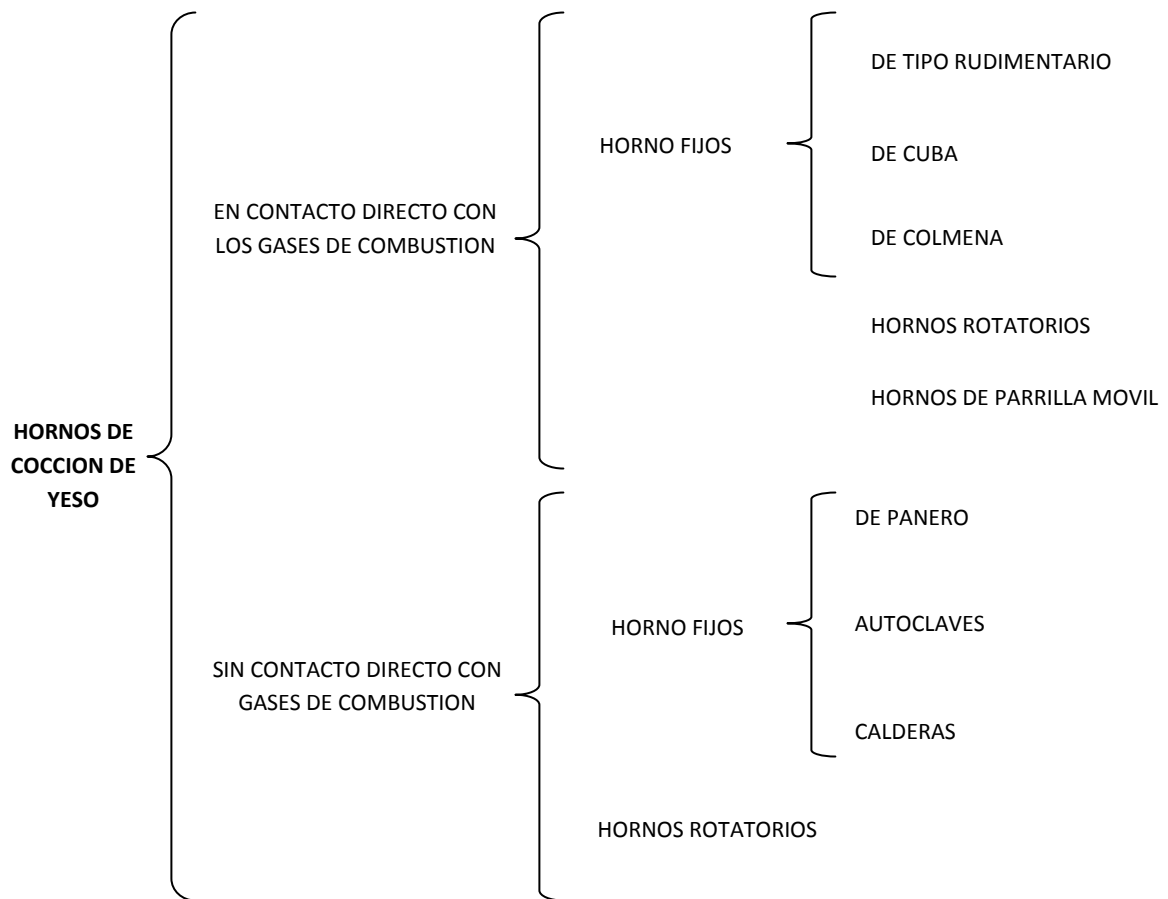
El sistema de triturado secundario de material consta principalmente de una criba y un molino de martillos, teniendo una capacidad de molienda de 4 a 5 tn/h. La criba nos permite que la materia prima con granulometría inferior a 8mm pase directamente a la tolva, y los gruesos al molino de martillos. De esta manera obtendremos una

granulometría adecuada para la alimentación del horno, mediante un conjunto de regulación desde el triturador secundario al horno que estará integrado por una tolva de 1m³ con interruptores de nivel y un dosificador volumétrico.

Horno de cocción:

Los distintos tipos de hornos utilizados para la cocción del yeso pueden clasificarse del modo siguiente: (3)

Fig. 5.11.- Hornos de Cocción de Yeso



Los primeros se caracterizan porque en ellos la cocción tiene lugar en atmósfera seca o, por lo menos, no saturada de vapor de agua.

La característica general de los segundos reside en que en ellos el yeso no está en contacto con los gases de combustión y la atmósfera de cocción está constituida por vapor de agua a una mayor o menor presión, resultando un producto con un elevado porcentaje de hemihidrato. Su empleo no es reciente, pues ya hace largo tiempo que se aplican a la fabricación de yesos de moldeo que, precisamente, son muy ricos en hemihidrato. (18)

Aunque existen numerosos procesos industriales para la obtención de yeso, sólo se mencionarán los más utilizados: (3)

(1). Horno rotatorio horizontal de fuego directo o indirecto:

- tipo discontinuo
- tipo continuo de tubos múltiples (a contracorriente)

Fig. 5.12.- Horno Rotatório Continuo.



Fuente: www.ubipsl.com/equipos

(2). Horno vertical, de molienda y calcinación en continuo, de fuego directo (a gas natural). La diferencia básica con el resto de hornos es la rapidez del proceso de obtención del hemihidrato β , en tan sólo unos minutos se obtiene un producto de buena calidad, muy reactivo, especial para la fabricación de prefabricados tipo placa de yeso, siendo la temperatura de cocción aproximada 160 °C.

(3). Horno vertical para calcinación Flash de fuego directo. Se trata de una cocción instantánea que se realiza a 700°C sobre mineral de yeso muy fino (inferior a 200 μm), muy útil para los sulfoyesos o yesos sintéticos (flúor anhidrita, etc.), el producto final es un yeso muy reactivo, fundamentalmente anhidrita III.

Para el proyecto se propone de un horno rotatorio continuo a contracorriente y con los gases en contacto con el material.

Para que el calor generado en la combustión sea recibido por el material para su deshidratación se dispone de un potente aspirador, que hace circular el aire caliente a lo largo del horno en sentido inverso al del material: contracorriente.

Con el fin de preservar la atmósfera de la polución que se podría producir por los gases que salen del horno se instalará un filtro de mangas de 180 m² a la salida de los gases del horno. El polvo recogido por el filtro es reintroducido en la caja de alimentación del horno mediante una rosca sinfín.

Al finalizar el proceso de deshidratación, tanto el semihidrato como la anhidrita II serán transportados conjuntamente por medio de una rosca sinfín y un elevador hasta el silo de material deshidratado, el cual tiene una capacidad de 100 m³.

Molienda del yeso.

Este sistema tiene una capacidad de molienda de 4 tm/h. El molino de espigas permite refinar el material e introducirlo en el separador neumático mediante un elevador de cangilones. El separador neumático es un clasificador centrífugo de alto rendimiento, destinado a mantener la finura constante del material normalmente con un 1% de rechazo sobre tamiz de 200 micras, separando el material fino del grueso. Regulando convenientemente la velocidad de giro del separador se pueden obtener otras finuras.

Ensacadora.

El yeso almacenado debe ser descargado directamente a la máquina ensacadora, el cual es de funcionamiento manual y llenado volumétrico. La capacidad de este tipo de ensacadora de producción debe ser de al menos 6 t/h (240 sacos/hora para sacos de 25 Kg.).

Uno de los criterios contemplados en la selección de equipo y maquinaria es que cumpla solo con los requerimientos mínimos indispensables en una fase inicial, ya que se pretende que el proyecto expanda sus alcances en años posteriores a los considerados en este estudio, además se tiene la certeza de que un monto de inversión reducida facilita su financiamiento, reduce la cantidad y tiempo de amortización y baja el nivel de riesgo, entre otros aspectos no menos convenientes.

Para el diseño de la planta se ha considerado la flexibilidad como un factor que permita adaptar el proceso productivo a las características mineralógicas y granulométricas de los yesos antes y después de proceso y a la demanda del mercado.

5.- DISTRIBUCION GENERAL DE LA PLANTA

Para distribuir las instalaciones se debe analizar el recorrido que los materiales efectúan dentro de la planta de procesamiento de Yeso.

En este sentido, se establece un esquema del recorrido y una perspectiva de las secciones implicadas en el movimiento de materiales.

La distribución puede cambiar para cada línea de producción, de manera que lo mas recomendable es una distribución orientada hacia el producto final.

A continuación se presenta una relación de las instalaciones necesarias para la planta de Procesamiento de Yeso y un bosquejo de su distribución general interna.

➤ **Recepción de materia prima**

Estará ubicado a la entrada de la planta, consiste en un piso de cemento con techo que permitirá el fácil acceso de vehículos, para la descarga de yeso.

➤ **Sala de proceso**

Es el principal ambiente de la planta, en el cual estarán ubicados los equipos que serán empleados para el procesamiento de la materia prima.

➤ **Almacén**

Este ambiente será destinado para el almacenamiento del producto elaborado.

➤ **Laboratorio**

Estará provisto con los instrumentos necesarios para efectuar el control de calidad tanto de las materias primas, productos en proceso y productos terminados, por lo que debe estar en conexión directa con la sala de proceso para que facilite la toma de muestras.

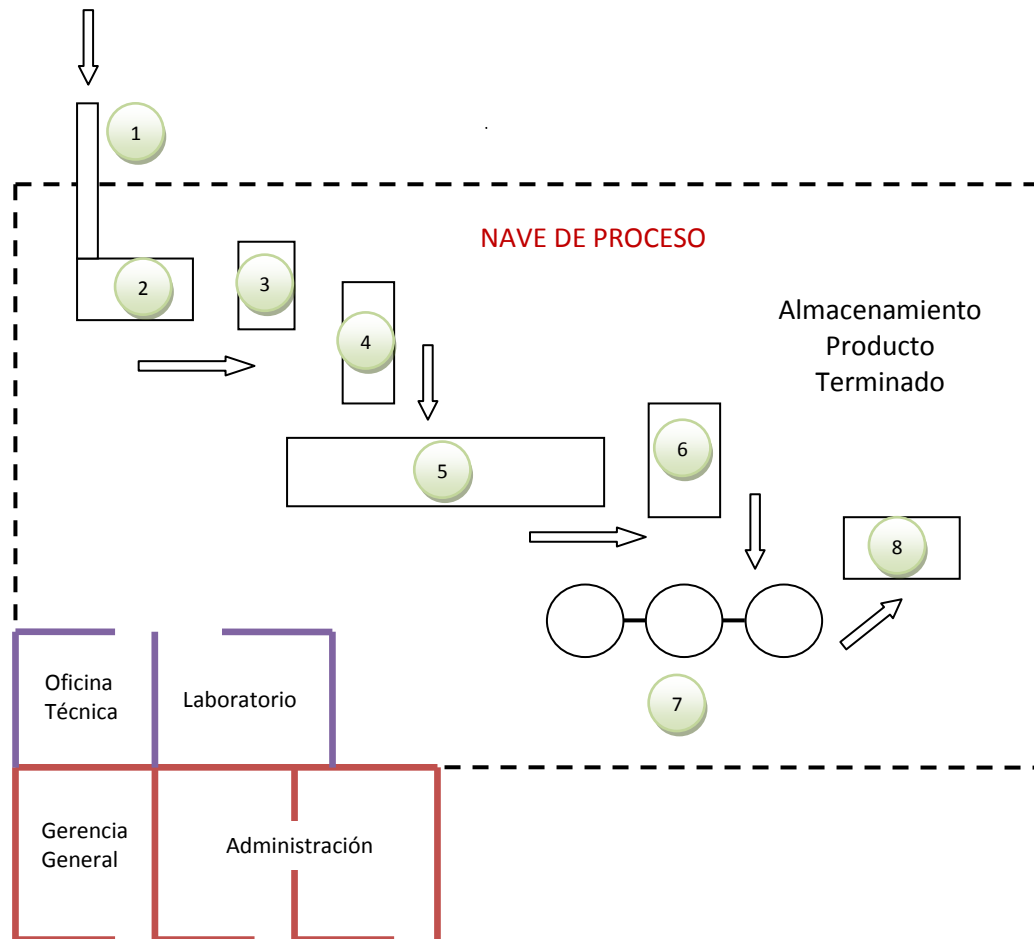
➤ **Oficinas de administración**

Es la oficina para el personal administrativo que trabajará en la planta y estará en cargado de toda la parte administrativa financiera de la planta.

➤ **Oficina técnica**

Es la oficina destinada para el jefe técnico de la planta encargado de todo el proceso productivo y de los controles de calidad.

Fig. 5.13.- Lay Out de la planta



Descripción:

1: Cinta transportadora	5: Horno
2: Trituración primaria	6: Molino
3: Trituración secundaria	7: Silos de almacenamiento
4: Secador	8: Ensacadora

6.- SERVICIOS AUXILIARES

6.1.- SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

El suministro de energía eléctrica para la planta procesadora de Yeso es de vital importancia, para el accionamiento e iluminación de los diferentes tipos de maquinarias y equipos, tanto fabriles como de laboratorio y oficinas.

Este suministro de energía eléctrica será de la red pública de distribución, la misma que cuenta con tendidos de energía eléctrica trifásica de alta, que es la requerida por la planta. Por lo cual la planta contará con una red de energía eléctrica monofásica y trifásica. La energía eléctrica monofásica, se utilizará para el alumbrado general de la planta y la trifásica para el funcionamiento de motores y equipamiento en general.

6.2.- SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA

El suministro de agua para la fábrica, es importante para los diferentes usos de la misma tanto en laboratorio como de uso para el personal, por lo cual se debe contar con un abastecimiento continuo de dicho elemento.

El suministro de agua será proveniente de un pozo propio.

Se realizará la excavación de un pozo de agua dentro del terreno de la planta el mismo que será realizado por una empresa con experiencia en el rubro.

El agua de pozo será bombeada a un tanque elevado del cual por la acción de la gravedad se distribuirá a toda la planta. También se contará con una derivación directa que irá luego del bombeo hacia la planta cuya presión es mucho mas alta, esto con fines de uso industrial. No se requiere tratamientos especiales respecto a la calidad del agua, debido a que no se esta tratando de una planta procesadora de alimentos, solo se tendrá una potabilización del agua para uso doméstico.

6.3.- SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES

El principal combustible a ser utilizado en la planta procesadora de Yeso, será el gas natural, mismo que se requiere para el funcionamiento del secador y del horno de calcinación. Otro combustible a ser utilizado es el diesel, mismo que servirá para el uso de las volquetas.

7.- ANALISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

Este es un aspecto de vital importancia para la planta, el cual se debe tomar muy en cuenta a fin de evitar contaminaciones al ambiente e infringir en las actuales normativas vigentes.

Se identifica en dos fases del proyecto: en la fase de ejecución y en la fase de operación. La fase de ejecución contempla la construcción de la infraestructura correspondiente de toda la planta, misma que no tendrá impacto alguno sobre el medio ambiente, ya que las construcciones civiles son mínimas. En la fase de operación, se toma en cuenta dos aspectos:

- ✓ Manejo de los residuos (polvo) generados en la planta procesadora.
- ✓ Disposición de las aguas servidas.

Los posibles impactos en el proyecto se pueden clasificar en positivos y negativos:

Impactos positivos:

- Generar oportunidades de empleo y alternativas de ingreso.
- Mejorar el nivel de vida de los beneficiarios con el proyecto.

Impactos negativos:

- Contaminación con el polvo al medio ambiente.
- Contaminación ocasionada por las aguas servidas.

Plan de manejo ambiental:

El plan de manejo ambiental propuesto en el proyecto en la fase de operación, es el siguiente:

- ❖ Capacitación y concientización del personal fabril respecto a la utilización de los residuos generados.
- ❖ Construcción de infraestructuras adecuadas que permitan mitigar la generación de polvo y residuos provenientes del yeso.

8.- PROGRAMA DE PRODUCCION

Como ya se indicó en el capítulo correspondiente al Tamaño y Localización del proyecto, el programa de producción para la planta procesadora de yeso, es el siguiente:

Tabla 5.5.- Capacidad instalada de la planta

Producto	Producción Anual	Producción Mensual	Producción Día	Producción Horaria
Yeso para construcción	68 616,0 tm	5 718,0 tm	190,6 tm	7,9 tm

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta las diferentes variables que afectan al mercado cuando se trata de incorporar un nuevo producto en el, es que la producción se programó de manera de alcanzar la máxima capacidad de producción de la planta, al **cuarto año** del proyecto, como se muestra a continuación:

Tabla 5.6.- Capacidad de producción de la planta

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacidad de producción, %	50	65	80	100	100	100	100	100	100	100
Producción Tm/año	34308	44600	54892	68616	68616	68616	68616	68616	68616	68616

Fuente: elaboración propia

8.1.- REQUERIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

De acuerdo al balance de materia realizado, la cantidad de materia prima requerida, es de 193,8 tm/día.

Como envases para el producto terminado se utilizarán bolsas de papel de una capacidad de 25 kg, con un costo de 0,3 Bs c/u.

8.2.- REQUERIMIENTO DE AGUA

El requerimiento estimado de agua, para la planta procesadora de yeso es:

Tabla 5.7.- Requerimiento de agua

Descripción	Consumo Anual m³/año
Producción	235,0
Servicios básicos	149,0
Total	384,0

Fuente: elaboración propia

8.3.- REQUERIMIENTO DE GAS NATURAL

El consumo estimado de gas natural para las diferentes operaciones de producción, es de 98 400 pie³/mes.

8.4.- REQUERIMIENTO DE ENERGIA ELECTRICA

El requerimiento de energía eléctrica, se muestra a continuación:

Tabla 5.8.- Requerimiento de energía eléctrica

Descripción	Consumo Anual Kw/mes
Consumo Fabril	1650
Alumbrado en general	950
Oficinas administrativas	420
Total	3020

Fuente: elaboración propia

8.5.- REQUERIMIENTO DE PERSONAL

El requerimiento de mano de obra para la fase operativa del proyecto, comprende al personal calificado y no calificado, que se deberán distribuir en actividades administrativas, de planta y de comercialización, previstos para cuando el proyecto se encuentre en normal estado de producción.

De acuerdo a los diferentes niveles de organización de la empresa, la cantidad de personal necesario, es la siguiente:

Nivel de decisión: (1)

Gerente general: 1

Nivel de departamentos: (3)

Responsable de producción: 1

Responsable de administración: 1

Responsable de comercialización: 1

Tareas rutinarias: (14)

Secretaria: 1

Encargados:

Para la parte de secado y calcinación: 1

Para la parte de trituración y molienda: 1

Laboratorista: 1

Operarios:

Para la extracción en canteras y alimentación al molino: 4

Para secado y calcinación: 1

Para molienda de yeso terminado: 1

Para almacenamiento, ensacado y comercialización: 4

De acuerdo al anterior detalle, la planta procesadora de Yeso, requiere de **18 personas** para su normal funcionamiento.

8.6.- CRONOGRAMA DE EJECUCION

El plan de actividades, tanto en la fase preoperativa y la fase operativa del proyecto, comprende las siguientes actividades:

Tabla 5.9.- Cronograma de ejecución del proyecto

	AÑO 2013										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Estudios											
Licitación y contratación											
Compra de terreno											
Preparación de terreno											
Construcciones civiles											
Montaje maquinaria											
Servicios auxiliares											
Ajustes y pruebas en vacío											
Contratación personal											
Abastecimiento materias primas e insumos											
Puesta en marcha											

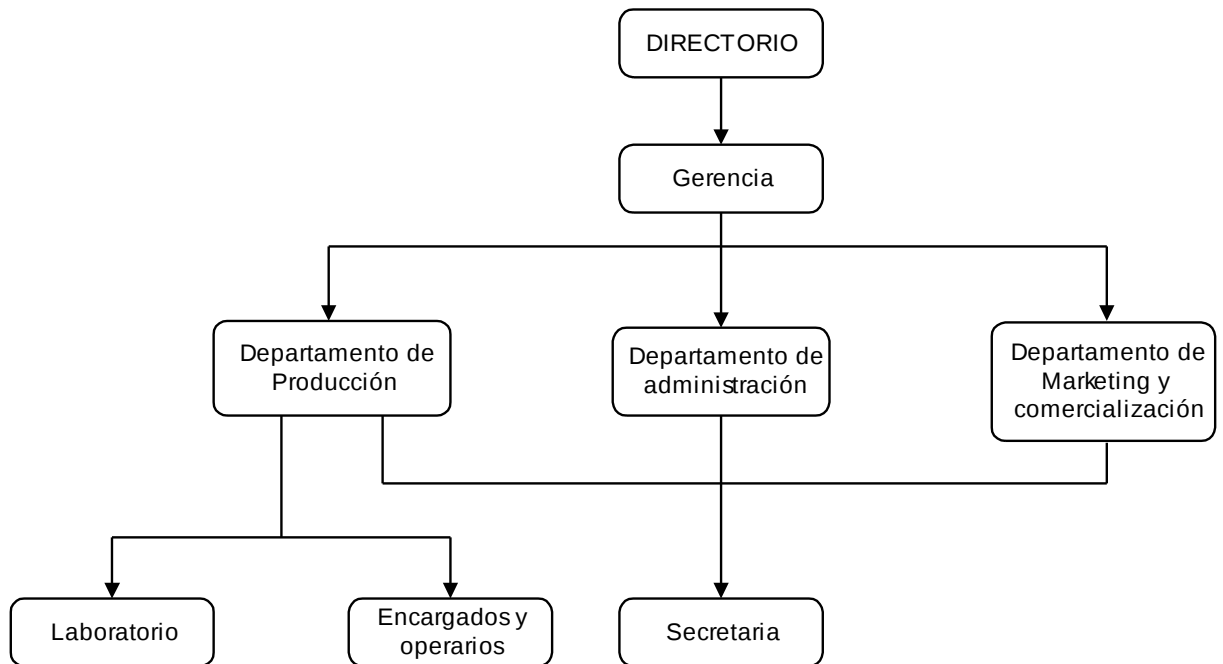
Fuente: Elaboración propia

8.7.- ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

Debido a que los propietarios de la planta procesadora de Yeso son empresarios privados, esta se acomodará a la figura legal de una S.R.L. (Sociedad de Responsabilidad Limitada), para lo cual, de acuerdo al código de Comercio actualmente vigente, se debe de conformar un Directorio, mismo que estará con formado por los 3 accionistas mayoritarios, quienes dirigirán el rumbo de la empresa.

El organigrama propuesto es el siguiente:

Figura 5.14.- Organigrama en el periodo de producción



Una vez terminado el periodo o fase de construcción y puesta en marcha del complejo industrial, la estructura orgánica que deberá regir el proyecto estará enmarcada de acuerdo a las funciones básicas de las unidades estructurales que se plantean a continuación:

Nivel de decisión

El nivel de decisión esta conformado por el Directorio y la Gerencia General, las funciones de este último son la conducción de la empresa y la ejecución de las políticas y estrategias que sean definidas en el Directorio. Solamente este es considerado para fines de estimación de costos por concepto de salarios.

a) *Directorio*

Corresponde a la entidad patrocinadora del proyecto, cuyas funciones básicas referidas al proyecto son:

- Definir los objetivos de la empresa.
- Aprobar los planes estratégicos de la empresa.
- Aprobar el presupuesto general, prioridad de asignación de recursos, programas de trabajo y definición de normas técnicas y comerciales.
- Designar al personal de dirección de la empresa.

b) *Gerencia General*

Las funciones básicas que debe cumplir son las siguientes:

- Ejecutar y cumplir los objetivos determinados por el Directorio.
- Formular políticas y planes estratégicos para el cumplimiento de los objetivos de la empresa.
- Autorizar la adquisición, venta y mantenimiento de los bienes de la empresa, enmarcado entre los límites que define el Directorio.
- Representar a la empresa en negociaciones, contratos y otras actividades requeridas para el funcionamiento de la misma.
- Coordinar las actividades de los departamentos propuestos para el funcionamiento de la empresa.
- Tener contacto directo con los pequeños productores.

Nivel de departamentos

El nivel de departamentos o de mandos medios comprende a los departamentos de administración, de producción y de marketing y comercialización, los que tienen actividades específicas y diferenciadas, las que en conjunto hacen la actividad de gestión propiamente dicha.

Tareas rutinarias

Las tareas rutinarias están enmarcadas específicamente en las labores de secretaría, encargados y operarios.

CAPITULO VI

ASPECTOS ECONOMICOS Y FINANCIEROS

ASPECTOS ECONOMICOS Y FINANCIEROS

DEL PROYECTO

El presente capítulo comprende la cuantificación y estructura de gastos del proyecto.

1.- INVERSIONES DEL PROYECTO

Son las inversiones que se realizarán para poner en funcionamiento la planta de procesamiento, se agrupan en 3 tipos:

- Inversión fija
- Inversión diferida
- Capital de operaciones

1.1.- INVERSION FIJA

Son las inversiones que se realizarán en los bienes tangibles que se utilizan en el proceso de transformación de la materia prima a lo largo de la vida útil de la planta.

Terreno:

El terreno necesario para la instalación de la planta tendrá una superficie de 1 ha, cuyo precio de mercado es de 15 000 \$us.

Obra civil e instalaciones auxiliares:

De acuerdo a la cotización realizada por una empresa constructora en nuestro medio, toda la construcción de la obras civiles asciende a un costo de 135 000 \$us.

El costo incluye las instalaciones sanitarias, eléctricas y de agua para toda la planta industrial.

El costo para el servicio de gas natural, tomando en cuenta la compra de un puente regulador de presión, derecho de instalación, mano de obra y demás materiales, asciende a un costo de 10 500 \$us.

Maquinaria y equipo:

De acuerdo a cotizaciones realizadas, los costos de las maquinarias y equipamiento, se muestran a continuación:

Tabla 6.1.- Costos expresados en dólares americanos

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Triturador primario	1	9800	9800
Triturador secundario	1	9800	9800
Secador	1	12300	12300
Horno	1	118000	118000
Molino	1	13200	13200
Silos de almacenamiento	3	4900	14700
Ensacadora	1	5800	5800
Cintas transportadoras y otros	-	-	7300
Balanzas	3	450	1350
Equipo de bombeo de agua	-	-	4500
Motores y otros equipos	-	-	13400
TOTAL			210 150

Fuente: Elaboración propia

Material y equipo de laboratorio:

El equipo y material de laboratorio que se requiere es el siguiente:

Tabla 6.2.- Material y equipo de laboratorio, en \$us

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Estufa de secado con circulación de aire forzado, hasta 300 °C	1	950,0	950,0
Balanza digital 5000g/2g, Nahita	2	120,0	240,0
Balanza monoplato 2610g/0,1g, 3 vigas, Nahita	2	160,0	320,0
Medidor de pH y humedad p/suelos, sonda 30cm, Nahita	1	110,0	110,0
Centrifuga angular 2615, 220 V, Nahita	1	650,0	650,0
Horno de laboratorio de convección natural, UNE 500, MEMMERT	1	1400,0	1400,0
Molino Impactor – Pulverisette 16, con cabezales tipo martillo, Fritsh	1	930,0	930,0
Material de vidrio y plástico	-	-	1600,0
Otros	-	-	1500,0
TOTAL			7700,0

Fuente: Elaboración propia en base a (www.labotienda.com/es/catalogo)

Muebles y enseres:

La planta no requiere de un mobiliario sofisticado, por lo tanto el equipamiento de la misma se reduce a oficinas administrativas, cuya inversión se muestra a continuación:

Tabla 6.3.- Inversión en muebles y enseres, en \$us

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Escritorios	6	78	468
Sillas giratorias	4	22	88
Sillas comunes	10	9	90
Estante con puertas	1	45	45
Estante sin puertas	1	21	21
Mueble para documentos	2	15	30
Libreros	3	18	54
Computadoras	2	800	1600
Maquinas de calcular	5	8	40
Otros	-	-	3500
TOTAL			5936

Fuente: Elaboración propia

Vehículos:

La empresa contara con un total de **10 volquetas** para el traslado de la materia prima hacia la fábrica y de otras labores que sean necesarias, de las cuales 2 volquetas serán de propiedad de la empresa y las restantes serán alquiladas de acuerdo a requerimiento de la empresa. Así mismo se alquilará una pala mecánica para el cargado de las piedras de yeso a las volquetas.

La capacidad de cada volqueta es de 6 tm. El tiempo estimado (entre tiempo muerto y variable) desde el carguío de yeso de la cantera a cada volqueta, hasta el descarguío en la tolva de la fábrica y el retorno de la misma a la cantera, es de 50 minutos como máximo. El tiempo máximo que toma el cargado de una volqueta (6 tm) es de 20 min; considerando un desfase de 8 minutos, se tendría unos 28 minutos para al carguío de cada volqueta, lo que significa cargar las 10 volquetas (equivalentes a 60 tm de yeso)

en 4 horas con 40 minutos (que podríamos asumir como 5 horas, tomando en cuenta cualquier tipo de imprevistos).

Por lo tanto para transportar hacia la fábrica la cantidad de materia prima requerida por día (24 horas) de 193,8 tm, se requiere de 16 h con 15 min, sobrando un tiempo de casi 8 horas mas, en caso de cualquier tipo de imponderante que pueda presentarse.

El costo estimado para la compra de las 2 volquetas usadas es de 40 000 \$us.

Instalaciones complementarias y otros materiales:

Este ítem contempla contar con un sistema de comunicación y otro tipo de materiales a usar en la comercialización del producto, asciende a 2300 \$us.

A continuación se muestra un cuadro resumen de las **inversiones fijas** para la planta de procesamiento:

Tabla 6.4.- Resumen de las inversiones fijas, en \$us

Descripción	Costo Total
Terreno	15000
Obras civiles e instalaciones auxiliares	145500
Maquinaria y equipos	210150
Material y equipo de laboratorio	7700
Muebles y enseres	5936
Vehículos	40000
Instalaciones complementarias y otros materiales	2300
TOTAL	426 586

Fuente: Elaboración propia

1.2.- INVERSION DIFERIDA

Estudios complementarios:

Se estima un costo de 1700 \$us.

Costos de supervisión, montaje y otros:

Los costos de constitución y trámites legales se estiman en 1800 \$us.

Los costos de supervisión en la construcción de la infraestructura civil son de 3800\$us.

Los costos de instalación y montaje de las maquinarias y equipos son de 5600 \$us.

Los costos estimados en las pruebas y puesta en marcha de la planta son de 1300 \$us.

El resumen de las inversiones diferidas, es:

Tabla 6.5.- Resumen de las inversiones Diferidas, en \$us

Descripción	Costo Total
Estudios complementarios	1700
Costos de supervisión, montaje y otros	12500
TOTAL	14 200

Fuente: Elaboración propia

1.3.- CAPITAL DE TRABAJO

La inversión del capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo, para una capacidad determinada.

Este capital ha sido estimado para 3 meses de operación normal de la fábrica.

Tabla 6.6.- Capital de trabajo, en \$us

Detalle	Costo \$us/mes
Costos fijos	4956
Costos variables	106140
TOTAL	111096

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, el capital de trabajo requerido es de 333 288 \$us

2.- ESTIMACION DE COSTOS

Para la estimación de costos, agruparemos a estos en 2 grupos: costos fijos y costos variables.

2.1.- COSTOS FIJOS

Los costos fijos son todos aquellos costos en que incurre el proyecto durante su operación, independientemente del volumen de producción y venta de la fábrica.

Dichos costos tienen la característica de permanecer aproximadamente constantes a lo largo del periodo de producción.

Mano de obra indirecta:

Comprende los sueldos y salarios de todo el personal permanente de la empresa, personal que no interviene directamente en la elaboración del producto.

Tabla 6.7.- Mano de obra indirecta

Cargo	Cantidad	Sueldo mensual \$us
Gerente general	1	700
Resp. Administración	1	500
Resp. Comercialización	1	500
Secretaria	1	200
Encargados	3	750
TOTAL	7	2650

Fuente: Elaboración propia

Gastos de administración:

Se consideran aquellos gastos destinados al funcionamiento de oficinas, tales como papelería, trámites legales, comunicaciones y otros.

Tabla 6.8.- Gastos de administración

Item	Costo \$us/mes
Material de escritorio	200,0
Comunicaciones	150,0
Gastos varios	100,0
TOTAL	450,0

Fuente: Elaboración propia

Depreciación de activos fijos:

Con el transcurso del tiempo, los activos tangibles renovables, maquinaria, edificios, instalaciones industriales, etc. Experimentan una pérdida de valor por razones de deterioro por su uso.

Para determinar la depreciación de estos activos, se tomarán en cuenta el tiempo de vida útil de los mismos de acuerdo a Ley vigente en Bolivia y un valor residual equivalente al 15% de su valor original.

De acuerdo a esta Ley, el valor de la depreciación se calcula mediante:

$$D = (P - V)/n$$

D: depreciación en \$us/año

P: Valor presente (inversión) en \$us

V: Valor residual en \$us

n: Vida útil en años

Tabla 6.9.- Depreciación de activos fijos

Item	Vida útil Años	Inversión \$us	Valor residual \$us	Depreciación \$us/año
Obras civiles	40	135500	20325	2879
Maquinaria y equipos	10	149550	22432	12711
Muebles y enseres	10	2636	395	224
Vehículo	10	16000	2400	1360
TOTAL		303686	45552	17174

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto considerando 12 meses de producción al año, el costo mensual correspondiente a las depreciaciones es de 1431 \$us/mes.

Seguros:

Comprende el pago de pólizas anuales que se incurre por riesgo, deterioro o pérdidas en las inversiones fijas. El costo depende de acuerdo a las empresas aseguradoras. El costo por seguros asciende a 5100 \$us/año.

Considerando 12 meses de producción al año, el costo mensual por concepto de seguros es de 425 \$us/mes.

El resumen de los costos fijos, se muestran a continuación:

Tabla 6.10.- Costos Fijos

Detalle	Costo \$us/mes
Mano de obra indirecta	2650
Gastos de administración	450
Depreciación de activos fijos	1431
Seguros	425
TOTAL	4 956

Fuente: Elaboración propia

2.2.- COSTOS VARIABLES

Los costos variables son aquellos que dependen directamente del volumen de producción.

Materia prima:

El costo estimado para la materia prima, es de 2,9 Bs los 25 kg de yeso, lo cual significa 16 \$us por tm.

Por tanto, el costo mensual de materia prima es de: 93040 \$us/mes.

Envases:

El yeso terminado, será vendido en bolsas de papel de 25 kg cada una. El costo de cada bolsa es de 0,3 Bs.

Por lo cual, para una producción de 5718 tm/mes de yeso, se requieren de 228720 bolsas. Este costo alcanza a la suma de 9800 \$us/mes.

Mano de obra directa:

Son los costos relacionados al pago de salarios al personal que esta directamente ligado al proceso de producción.

Tabla 6.11.- Mano de obra directa

Cargo	Cantidad	Sueldo mensual \$us	N° meses/año	Costo Total
Resp. de producción	1	500,0	13	6500,0
Operarios	10	190,0 c/u	13	24700,0
TOTAL		2400,0		31200,0

Fuente: Elaboración propia

Energía eléctrica:

El consumo total de energía eléctrica es de 3020 kw/mes. El costo de la energía eléctrica es de 0,09 \$us/kw.

Por lo tanto el costo por concepto de energía eléctrica es de 272 \$us/mes.

Agua:

La cantidad mensual de agua requerida es de 32 m³/mes (384,0 m³/año). El costo por bombeo de agua es de 0,4 \$us/m³ de agua. Por lo cual, el costo por consumo de agua es de 13\$us/mes.

Gas natural:

La cantidad de gas natural para el funcionamiento de la planta es de 98400 pie³/mes y el millar de pie³ de gas tiene un costo de 1,8 \$us. Por lo tanto, el costo mensual de gas natural es de 177 \$us/mes.

Lubricantes:

Como principales lubricantes se emplearán aceites y grasa. Se estima un costo de 75\$us/mes.

Reactivos de laboratorio:

El costo estimado para reactivos de laboratorio es de 18 \$us/mes.

Mantenimiento y reparaciones:

Se estima un costo de 250 \$us/mes.

Gastos de comercialización:

Este ítem comprende los gastos destinados al transporte del producto, publicidad y promoción. Como la planta comercializará el producto a intermediarios, en el lugar de producción, estos costos se reducen.

Se estima un costo de 95 \$us/mes.

Tabla 6.12.- Costos Variables

Detalle	Costo \$us/mes
Materia prima	93040
Envases	9800
Mano de obra directa	2400
Energía eléctrica	272
Agua	13
Gas natural	177
Lubricantes	75
Reactivos de laboratorio	18
Mantenimiento y reparaciones	250
Gastos de comercialización	95
TOTAL	106 140

Fuente: Elaboración propia

3.- ESTIMACION DE INGRESOS

De acuerdo al estudio de mercado realizado, el precio de venta en planta del yeso para construcción oscila entre los 5 y 6 Bs la bolsa de 25 kg, la que ellos la revenden entre 11 a 12 Bs por bolsa de 25 kg al por menor.

De acuerdo a esta información, para estimar los ingresos de la planta supondremos un precio de 5,5 Bs por cada bolsa de yeso.

Por lo cual, para una producción de 5718 tm/mes de yeso, equivalentes a 228720 bolsas/mes, los ingresos mensuales percibidos serían de 179 708 \$us/mes.

4.- FINANCIAMIENTO

Este es un aspecto muy importante dentro de cualquier tipo de proyecto, ya que define o nó la implementación de cualquier tipo de industria y a cualquier escala, dificultándose la misma para inversiones muy elevadas.

El presente proyecto tiene características privadas, por lo cual los recursos financieros requeridos para las inversiones correspondientes, provendrán en un 100 % de capitales privados. Al no ser el costo de las inversiones muy elevado, es que no se requerirá recurrir a préstamos bancarios, evitando así el pago de los intereses correspondientes, que mas bien pueden ser utilizados en mejorar la misma planta.

Al ser un proyecto de características privadas, implica también que los réditos obtenidos por la venta de productos debe ser alto, para que los inversores se sientan motivados en dichas inversiones, evitando el lo posible cualquier pérdida o fuga de capitales durante la operación del proyecto; así mismo que para cumplir con estas expectativas los rendimiento y eficiencias industriales deben ser altos.

5.- EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

Los principales indicadores que se utilizan para determinar la viabilidad o no de cualquier proyecto son:

Valor Actual Neto (VAN):

El Valor Actual Neto (VAN), representa la suma o monto actual que es el equivalente a los ingresos netos presentes y futuros de un proyecto, en este caso, de la planta procesadora de Yeso. Es decir, el VAN representa el valor actual de los beneficios netos por encima del Costo de Oportunidad del Capital.

En el Anexo 2, se registra el Flujo de Caja Neto actualizado a la tasa de descuento del 15,00%, de donde resulta el monto del VAN.

Realizando los cálculos respectivos, tenemos:

$$\text{➤ VAN} = 1\,115\,514 \text{ \$us}$$

Tasa Interna de Retorno (TIR):

La Tasa Interna de Retorno (TIR), es aquella tasa de interés que hace que el VAN sea igual a cero. Esta tasa es una incógnita, cuya solución señala la tasa de rentabilidad generada de los fondos invertidos y los que son liberados o recuperados.

Realizando los cálculos correspondientes, tenemos:

$$\text{➤ TIR} = 44,0 \text{ (Cuarenta y cuatro por ciento)}$$

Punto de Equilibrio (PE en % y PE en \$us):

La determinación del Punto de Equilibrio, permitirá deducir la capacidad mínima necesaria a la cual debe trabajar la planta, para compensar con los ingresos los desembolsos de gastos.

Para tal efecto, se consideran los costos fijos y variables para el año 4, en el que la planta utiliza el 100% de su capacidad y los volúmenes de producción son máximos, por consiguiente los ingresos por ventas alcanzan su punto más alto.

Realizando los cálculos tenemos:

$$\text{➤ PE en \%} = 3,2\% \text{ de la capacidad instalada}$$

$$\text{➤ PE en \$us} = 91\,495 \text{ \$us}$$

6.- ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Escenario 1: *Disminución en los precios de venta de los productos:*

Para el análisis de sensibilidad se plantea una situación hipotética en la que los precios de venta del producto sufren una disminución del 10%, respecto a su precio normal, manteniéndose constantes todos los otros aspectos de la planta, entre ellos la inversión requerida es la misma y los costos de producción son también los mismos.

En estas condiciones, los indicadores tienen los siguientes valores:

- VAN = 580 075 \$us
- TIR = 31,0 %
- PE = 4,5 %

La información utilizada en los cálculos de los indicadores precedentes se encuentran detallados en el Anexo 3.

Escenario 2: *La planta utiliza el 80% de su capacidad instalada:*

En este escenario, se establece una situación hipotética en la que la planta por motivos de fuerza mayor, no llega a utilizar el 100% de su capacidad instalada, solo logra alcanzar un 80% siendo este su nivel máximo de producción, manteniéndose constantes todos los otros aspectos de la planta, entre ellos la inversión requerida es la misma y los costos de producción son también los mismos.

En estas condiciones, los indicadores tienen los siguientes valores:

- VAN = 44636
- TIR = 16,0 %
- PE = 23,5 %

La información utilizada en los cálculos de los indicadores precedentes se encuentran detallados en el Anexo 4.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- CONCLUSIONES

Las conclusiones arribadas en el presente proyecto son:

- La primer conclusión arribada, luego de realizado todo el estudio del proyecto, es que se determinó la viabilidad tanto técnica como económica, para la instalación de la planta procesadora de yeso, en la localidad de El Puente. Obteniéndose los siguientes indicadores:
 - TIR: 44%
 - VAN: 1115514 \$us
- El estudio de mercado realizado, nos permitió identificar los lugares de venta del producto, además de cuantificar la demanda efectiva del proyecto, identificando una demanda efectiva del producto al primer año de 50963 tm/año.
- En cuanto a los aspectos sociales, la instalación de esta planta será un aporte importante al desarrollo de la comunidad, además de motivar un movimiento económico en diferentes aspectos que tengan relación con la futura planta.
- El estudio de la ingeniería del proyecto, nos permitió identificar, procesos, maquinaria, tecnología e infraestructura que sea la mas apropiada para la planta, y dándonos así la viabilidad técnica del proyecto.
- El contar con una planta procesadora de yeso en funcionamiento, permitirá aprovechar los recursos naturales de la zona, que al momento no se los utiliza.

- En cuanto a los aspectos medio ambientales, la planta procesadora de yeso contara con el equipamiento apropiado para la no contaminación del medio ambiente, pese a que estos gastos encarezcan al proyecto.
- De acuerdo a la evaluación económica y financiera realizada, se pudo determinar la viabilidad económica del proyecto, la cual nos arroja resultados de los indicadores muy importantes, obteniendo una TIR del 44% y un VAN de 1115514 \$us, esto trabajando a una tasa privada del 15%. Esto nos muestra que la inversión en este tipo de planta, es altamente rentable.
- El análisis de sensibilidad realizado nos muestra que el proyecto no es sensible a una disminución del precio de venta del producto. Un segundo escenario, en el cual se supone que la planta llegue a trabajar solo a un 80% de su capacidad instalada, el proyecto se muestra sensible, pero arroja todavía márgenes de ganancia expectantes.

2.- RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- ✓ De acuerdo a los indicadores económicos obtenidos y a los diferentes estudios realizados, se recomienda la realización del diseño final para la posterior instalación de dicha planta.
- ✓ Que en lo futuro se pueda diversificar la producción con otro tipo de productos para así mejorar la rentabilidad de la empresa.
- ✓ En lo futuro, se recomienda realizar los estudios técnicos correspondientes a detalle para determinar los términos de referencia, para una posterior implementación de la planta.
- ✓ Sería importante que una vez que la planta esté en funcionamiento se pueda aperturar agencias de venta y distribución del producto en las principales ciudades del departamento de Tarija.

- ✓ Que cuando se tenga que realizar la contratación de la mano de obra no calificada para la planta, se contrate a personas del lugar, así para ayudar a mejorar sus ingresos familiares