



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE
CLORURO DE CALCIO A PARTIR DE PIEDRA CALIZA EN LA
EMPRESA INCOREG CIA. LTDA.”**

**Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO QUIMICO**

AUTOR: CARRERA CABEZAS ALEX VLADIMIR
DIRECTOR: DR. JUAN MARCELO RAMOS F.

RIOBAMBA-ECUADOR

2017

@2017, Alex Vladimir Carrera Cabezas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos por cualquier medio o procedimientos, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El tribunal de trabajo de titulación certifica que: el presente trabajo técnico de **“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE CLORURO DE CALCIO A PARTIR DE PIEDRA CALIZA EN LA EMPRESA INCOREG CIA. LTDA.”**, de responsabilidad del señor Alex Vladimir Carrera Cabezas ha sido revisado por los miembros del tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada así su presentación.

FIRMA

FECHA

Dr. Juan Marcelo Ramos F.

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. Mónica Andrade A.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Alex Vladimir Carrera Cabezas, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 21 de febrero de 2017

Alex Vladimir Carrera Cabezas

0604236448

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que les amo con mi vida, dedico a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. A mi hija Nikol por ser la compañera inseparable de cada velada en la realización de mi proyecto. A mis hermanos, sobrinos, seres queridos, por quererme y apoyarme siempre, esto es para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme salud y vida para lograr mis objetivos planteados, además de su infinita bondad y amor.

A mi hija, por darme la inspiración de culminar mis estudios, y ser el motor fundamental para llegar al éxito en todo lo que me proponga en la vida profesional.

A mis padres, hermanos, sobrinos, por haberme apoyado en todo momento moral y económicamente; por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis maestros, Dr. Juan Marcelo Ramos por su gran apoyo y motivación para la culminación de este proyecto; a la Ing. Mónica Andrade por su apoyo en este trabajo, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

Agradezco a la empresa INCOREG Cía. Ltda. por la confianza, colaboración y abrirme las puertas para realizar mi trabajo de titulación.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
CAPITULO I	
DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1 Identificación del problema.....	1
1.2 Justificación del Proyecto.....	1
1.3 Línea de base del proyecto.....	2
1.3.1 Reconocimiento del lugar del proyecto.....	2
1.3.1.1 Aspectos ambientales	2
1.3.1.2 Productos.....	2
1.3.1.2.1 Oxido de Calcio (Cal Viva).....	2
1.3.1.2.2 Hidróxido de calcio (Cal Hidratada).....	3
1.3.1.2.3 Carbonato de Calcio Micronizado (molido).....	3
1.3.1.2.4 Carbonato de Calcio Precipitado.....	4
1.3.1.2.5 Nuevo Producto.....	4
1.3.1.3 Aspectos Económicos	5
1.3.2 Tipo de estudio.....	5
1.3.3 Métodos.....	5
1.3.3.1 Método Inductivo	5
1.3.3.2 Método experimental	5
1.4 Beneficiarios directos e indirectos	6
CAPITULO II	
OBJETIVOS DEL PROYECTO	7
2.1 Objetivo General	7
2.2 Objetivos Específicos.....	7
CAPITULO III	
ESTUDIO TÉCNICO	8
3.1. Localización del Proyecto	8
3.2 Ingeniería del Proyecto.	9
3.2.1 Materia Prima.....	9
3.2.1.1 Caliza	9
3.2.1.1.1 Tipos de caliza	10
3.2.1.1.2 Principales características de la piedra caliza	11
3.2.1.1.3 Composición de Carbonato de Calcio.....	12

3.2.1.2.1	Definición.....	13
3.2.1.2.2	Propiedades	13
3.2.1.2.3	Dosificación	14
3.2.2	Ensayos de laboratorio	15
3.2.2.1	Datos de Reactantes	15
3.2.2.2	Ensayo N° 1	17
3.2.2.3	Ensayo N° 2	17
3.2.2.4	Resultados	18
3.2.3	Diseño del proceso	18
3.2.3.1	Trituraciòn.....	18
3.2.3.1.1	Tipos.....	18
3.2.3.1.1.1	Trituraciòn primaria	18
3.2.3.1.1.2	Trituraciòn Secundaria.....	18
3.2.3.1.2	Maquinaria	19
3.2.3.1.2.1	Trituradoras primarias	19
3.2.3.1.2.2	Trituradoras Secundarias.....	19
3.2.3.1.2.3	Trituradoras Terciarias	19
3.2.3.1.3	Triturador de mandíbulas	19
3.2.3.1.4	Ecuaciones de diseño del triturador	20
3.2.3.1.4.1	Carga de alimentaciòn.....	20
3.2.3.1.4.2	Potencia Requerida.....	20
3.2.3.1.4.3	Relaciòn de reducciòn	21
3.2.3.1.4.4	Ancho mínimo abertura de alimentaciòn	22
3.2.3.1.4.5	Longitud mínima carrera de mandíbula	23
3.2.3.1.4.6	Velocidad mínima de operaciòn.....	23
3.2.3.2	Molienda	24
3.2.3.2.1	Molino.....	24
3.2.3.2.2	Molino de Bolas	24
3.2.3.2.3	Ecuaciones de diseño del molino	25
3.2.3.2.3.1	Volumen del molino.....	25
3.2.3.2.3.2	Producciòn por hora del molino	26
3.2.3.2.3.3	Potencia motor	26
3.2.3.3	Bandas transportadoras	27
3.2.3.3.1	Estructura	27
3.2.3.3.2	Sistema de descarga	28
3.2.3.3.3	Parámetros de diseño de la banda trasportadora	28

3.2.3.3.3.1	Peso del producto transportado	29
3.2.3.4	Tolvas dosificadoras.....	29
3.2.3.4.1	Ecuaciones de diseño de la tolva.....	31
3.2.3.4.1.1	Volumen de la tolva	31
3.2.3.4.1.2	Volumen útil de la tolva.....	31
3.2.3.4.1.3	Capacidad de la tolva	32
3.2.3.5	Reactor Batch.....	32
3.2.3.5.1	Ciclo de Operación.....	33
3.2.3.5.2	Ecuaciones de diseño del reactor	33
3.2.3.5.2 .1	Volumen cilindro reactor	34
3.2.3.5.2 .2	Calculo sistema de agitación	35
3.2.3.5.2 .2 .1	Altura agitador	35
3.2.3.5.2 .2 .2	Cálculo diámetro del rodete	36
3.2.3.5.2 .2 .3	Cálculo potencia para accionar el rodete.....	39
3.2.4	Tabla de Resultados	41
3.2.5	Producto Obtenido	42
3.2.5.1	Rendimiento	42
3.2.5.2	Técnicas	44
3.2.5.2.1	Determinación de pH del producto	44
3.2.5.2.2	Determinación de densidad del producto	45
3.2.5.2.3	Determinación de viscosidad del producto	46
3.2.6	Discusión de resultados.....	47
3.3	Proceso de producción	49
3.4	Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria.....	50
3.4.1	Requerimiento de materiales y equipos para ensayos de laboratorio.....	50
3.4.2	Requerimiento de materiales y equipos para proceso industrial	50
3.5	Análisis de costo/beneficio del proyecto.....	51
3.5.1	Análisis Financiero.....	52
3.5.1.1	Inversiones y financiamiento	53
3.5.1.2	Presupuesto de capital de trabajo	53
3.5.1.3	Presupuesto de capital de operación.....	54
3.5.1.4	Costos administrativos	54
3.5.1.5	Costos financieros	54
3.5.1.6	Tabla de amortización de la deuda.....	54
3.5.1.7	Presupuesto de costos totales	54
3.5.1.8	Ingresos	55

3.5.1.9	Estado de resultados	59
3.5.1.10	Flujo de caja proyectado	59
3.5.1.11	Balance General	59
3.5.2	Evaluación Económica	59
3.5.2.1	Valor Presente Neto (VAN)	59
3.5.2.2	Tasa Interna de Retorno	60
3.5.2.3	Relación beneficio/ costo	63
3.5.2.4	Punto de equilibrio	63
3.5.2.5	Período de Recuperación.....	63
3.5.2.6	Análisis de Sensibilidad	63
3.5.3	Verificación de la Propuesta	64
3.6	Conclusiones	65
3.7	Recomendaciones.....	66
3.8	Cronograma de ejecución del proyecto.....	67

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
A	Producción del molino
Ap	Alto de la paleta
B	Uso del molino
cc	Centímetro cúbico
Cm	Centímetro
Dp	Dimensiones de diseño
Dpa	Dimensiones de entrada
Dpb	Dimensiones de salida
dr	Diámetro del rodete
dt	Diámetro del cilindro
e	Longitud mínima de mandíbula
Er	Espesor del rodete
g	Gramo
G	Ancho mínimo de alimentación
Gal	Galón
gc	Gravedad específica
H	Altura
HP	Caballos de fuerza
Kb	Capacidad de trituración
KJ	Kilo joule
Kg	Kilogramo
kw	Kilovatio
L	Litro
M	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ^o	Carga de alimentación
min	Minuto
mm	Milímetro
mL	Mililitro
N _{op}	Velocidad mínima de operación

Np	Numero de potencia
N _{re}	Numero de Reynolds
P	Potencia requerida
Pa	Pascal
Ppm	Partes por millón
Rr	Relación de reducción
TMH	Tonelada métrica hora
Tn	Tonelada
V	Volumen
Wi	Índice de trabajo
X	Distancia

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1: Cal Viva.....	3
Ilustración 2-1: Cal Hidratada.....	3
Ilustración 3-1: Carbonato de Calcio	4
Ilustración 4-1: Carbonato de Calcio Precipitado	4
Ilustracion 1-3: Piedra caliza.....	10
Ilustracion 2-3: Ensayo de Laboratorio	17
Ilustracion 3-3: Triturador de Mandíbulas.....	20
Ilustracion 4-3: Molino de Bolas	25
Ilustracion 5-3: Cinta transportadora	28
Ilustracion 6-3: Ángulo de descarga	29
Ilustracion 7-3: Tolva dosificadora	31
Ilustracion 8-3: Reactor Batch	33
Ilustracion 9-3: Diagrama de cilindro	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3: Localización del Proyecto	8
Tabla 2-3: Tipos de Piedra Caliza.....	10
Tabla 3-3: Características de la piedra caliza.....	11
Tabla 4-3: Determinación composición de carbonato de calcio	12
Tabla 5-3: Propiedades de Ácido Clorhídrico.....	13
Tabla 6-3: Composición de Ácido Clorhídrico.....	14
Tabla 7-3: Datos experimentales.....	28
Tabla 8-3: Resultados básicos de diseño de equipos industriales	41
Tabla 9-3: Determinación del pH.....	44
Tabla 10-3: Determinación de densidad del Producto	45
Tabla 11-3: Determinación de viscosidad.....	46
Tabla 12-3: Áreas destinadas para cada máquina	47
Tabla 13-3: Equipos para ensayos de laboratorio	50
Tabla 14-3: Costo de Disolvente.....	50
Tabla 15-3: Equipos para producción industrial	51
Tabla 16-3: Tabla de financiamiento	53
Tabla 17-3: Resumen de costos y gastos.....	56
Tabla 18-3: Tasa interna de retorno financiera	61
Tabla 19-3: Tasa interna de retorno del inversionista	62
Tabla 20-3: Valores de estudio de factibilidad.....	64

RESUMEN

Se diseñó un proceso para la obtención de cloruro de calcio a partir de piedra caliza en la empresa INCOREG CIA. LTDA., que se encuentra ubicada en el parque industrial de la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba. El estudio consistió en elegir el proceso adecuado para la obtención de cloruro de calcio; se realizaron pruebas de tratabilidad donde se obtuvo datos de dosificación entre la materia prima (caliza) y disolvente (ácido clorhídrico), mediante un prototipo de reactor se determinó alturas entre reactivos, punto final de reacción, entre otros, con el fin de diseñar el proceso mediante equipos industriales. El proceso industrial consta de: un triturador de mandíbulas, molino de bolas, dos bandas transportadoras, tolva dosificadora, dos reactores Batch, dos tanques de almacenamiento. El producto final fue el cloruro de calcio con un rendimiento del 95% obtenido mediante la reacción de carbonato de calcio y ácido clorhídrico con porcentaje de pureza del 95% y 37% respectivamente, arrojaron parámetros contemplados en el número de registro de la Sociedad Americana de la Química (CAS) 10043-52-4 (cloruro de calcio) donde se encuentra una densidad de 1,3 g/cm³, pH entre 8-9, lo que se representa una proporción de 35% de Cloruro de calcio. Mediante un estudio de factibilidad se evidencia que dicho diseño es viable tanto económica como financieramente. De acuerdo al estudio de campo layout propuesto, se recomienda por cada puesto de trabajo una persona y una vez optimizado realizar un estudio de tiempos y movimientos para identificar el tiempo real en que el operario realice sus actividades.

Palabras claves: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA QUÍMICA>, < CARBONATO DE CALCIO>, <ÁCIDO CLORHIDRICO>, <CLORURO DE CALCIO>, <TRITURADOR DE MANDÍBULAS>, <MOLINO DE BOLAS>, <REACTOR BATCH>.

SUMMARY

For the production of calcium chloride from limestone, a process was designed at INCOREG CIA LTDA., located at the industrial park of Chimborazo province. The study consisted in choosing the right process for obtaining calcium chloride; treatability test were carried out obtaining dosage data on the raw material (limestone) and solvent (hydrochloride acid). Through a reactor prototype, heights were determined between reactants, and the reaction end point, in order to design the process by industrial equipment. The industrial process consists of: a jaw crusher, ball mill, two conveyor belts, dosing hopper, two batch reactors and two storage tanks. The final product was calcium chloride with a yield of 95%, obtained by the reaction of calcium carbonate and hydrochloride acid with a percentage of purity of 95% and 37% respectively, parameters referred to registration number in the American Chemistry Society (CAS) 100043-52-4(Calcium Chloride) where the density is 1.3 g/cm^3 , ph 8-9 representing a proportion of 35% calcium chloride. A feasibility study demonstrates that such design is feasible both economical and financially. According to the proposed Layout field study, one person is recommended for each job and once optimized, to perform a study of times and movements to identify the actual time in which the operator performs his activities.

Keywords: < TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <CHEMICAL ENGINEERING>, < CALCIUM CARBONATE>, <CHLORIDINE ACID>, < CALCIUM CHLORIDE>, <MANDIBLE CRUSHER>, <BALL MILL>, <REACTOR BATCH>.

CAPITULO I

DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

La empresa INCOREG CIA. LTDA., se dedica a la producción de hidróxido de calcio y óxido de calcio a partir de piedra caliza, que es utilizada como materia prima.

INCOREG CIA. LTDA., dispone de una gran cantidad de piedra caliza en la zona de almacenamiento, cuyo costo de adquisición la empresa busca recuperar. Un uso alternativo dicha materia prima es la obtención de cloruro de calcio, sustancia que posee diferentes usos industriales como la estabilización de suelos y control de polvos.

Disponer de un proceso para obtención de cloruro de calcio a partir de piedra caliza es requerido de manera prioritaria por esta empresa, de modo que se generen ingresos económicos y expansión de la oferta de productos en el mercado industrial.

1.2 Justificación del Proyecto

Con el presente proyecto la empresa INCOREG CIA. LTDA podrá expandir su campo industrial, incluyendo un nuevo producto a su oferta, compuesta por óxido de calcio e hidróxido de calcio, aumentando su capacidad competitiva.

El trabajo se fundamentó en ensayos experimentales que permitan elegir el proceso químico adecuado, mismo que sustente el diseño apropiado, cumpliendo los objetivos planteados.

1.3 Línea de base del proyecto

1.3.1 Reconocimiento del lugar del proyecto

Para la realización del trabajo técnico se recorrió la empresa INCOREG CIA. LTDA ubicada en el parque industrial de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, donde se evaluaron diferentes aspectos generales de importancia para el proyecto, dentro de los cuales se encuentran aspectos ambientales, económicos, demográficos, etc.

1.3.1.1 Aspectos ambientales

La empresa se encuentra situada en el parque industrial. Su actual Presidente empezó con la distribución de cal para plantas de agua potable y poco a poco fue ampliándose a otros mercados con productos de calidad, siendo uno de los pioneros de la industria en este sector.

La planta industrial tiene 8000 m² de instalaciones, báscula para tráiler, 7 hornos (2 más en construcción), trituradoras primaria y secundaria, tamizadoras, laboratorio de control de calidad, molinos de bolas y pulverizadores, etc. (Incoreg, sf.)

Igualmente, cuenta con más de 3000 toneladas de materia prima de la más alta calidad (94% - 96% de pureza), lo que garantiza a los clientes el abastecimiento continuo durante todo el año.

1.3.1.2 Productos

1.3.1.2.1 Óxido de Calcio (Cal Viva)

Es el producto resultante de la calcinación a alta temperatura de la caliza calcárea. Tiene una alta concentración de óxido de calcio (CaO) y alta reactividad (40°C/3 min) (Incoreg, sf.)



Ilustración 1-1: Cal Viva

Fuente: www.incoreg.com.ec

1.3.1.2.2 Hidróxido de calcio (Cal Hidratada)

Es un polvo fino y seco de color blanco, muy liviano con alto contenido de Ca(OH)_2 que actúa como una base fuerte. (Incoreg, sf.)



Ilustración 2-1: Cal Hidratada

Fuente: www.incoreg.com.ec

1.3.1.2.3 Carbonato de Calcio Micronizado (molido)

El carbonato cálcico o carbonato de calcio es el producto obtenido por molienda fina o micronización de calizas puras. Las aplicaciones industriales del carbonato de calcio son varias, entre las que se puede destacar la industria del papel, plásticos, en la industria química básica, en la de pinturas y adhesivos, en la del vidrio, cerámica, para cosmética y en la industria farmacéutica. En las industrias agropecuarias se utiliza para alimentación animal y para el refinado de azúcar. (Incoreg, sf.)



Ilustración 3-1: Carbonato de Calcio

Fuente: www.incoreg.com.ec

1.3.1.2.4 Carbonato de Calcio Precipitado

Es una suspensión de apariencia blanca y libre de partículas coloreadas, obtenido de la reacción de hidróxido de calcio con dióxido de carbono. (Incoreg, sf.)

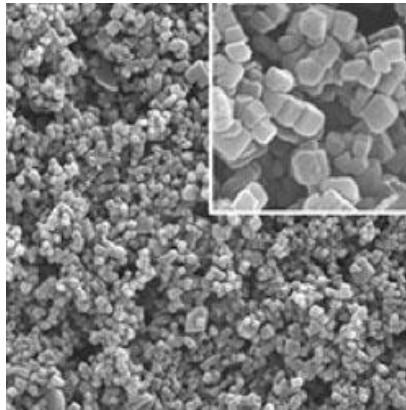


Ilustración 4-1: Carbonato de Calcio Precipitado

Fuente: www.incoreg.com.ec

1.3.1.2.5 Nuevo Producto

La empresa desea llegar al mercado con un nuevo producto obtenido de la reacción del carbonato de calcio y ácido clorhídrico, este producto viene a ser el cloruro de calcio CaCl_2 acuoso. Para este proyecto la empresa trabajaría con 16 Tn/día de carbonato de calcio (CaCO_3).

Para obtener el producto deseado la empresa debe implementar equipos industriales que permitirán un producto de calidad, dentro de los cuales se encuentra un triturador de

mandíbulas, molino de bolas, banda transportadora, tolva con mesa dosificadora, reactor Batch y dos tanques de almacenamiento, el primer tanque contendrá ácido clorhídrico (HCl), mientras que el otro estaría destinado al almacenaje del cloruro de calcio obtenido.

1.3.1.3 Aspectos Económicos

La empresa INCOREG CIA. LTDA ha manifestado disponer de recursos y tener la decisión para realización del proyecto, la compra de materia prima traída de las minas de la cordillera Chongón-Colonche en la ciudad de Guayaquil tiene un costo de, aproximadamente, \$16 dólares americanos por cada tonelada de caliza.

1.3.2 Tipo de estudio

El proyecto se basa en un estudio analítico-descriptivo, puesto que se necesita recolectar datos para analizar e interpretar los resultados, con esto se puede enfocar en el control de las variables de estudio ya sean estas experimentales u observacionales.

1.3.3 Métodos

1.3.3.1 Método Inductivo

En este caso se intenta alcanzar el objetivo a partir de la generalización de los datos particulares obtenidos. Lo que contribuyó a definir las variables de operación, eliminar procesos empezando por cal viva e hidróxido de calcio y diseñar un proceso adecuado que tenga como materia prima la caliza.

1.3.3.2 Método experimental

Ayuda a controlar deliberadamente las variables para delimitar relaciones entre ellas. En este método se recopilan datos para comparar las mediciones de comportamiento del diseño del proceso, con las mediciones adecuadas en aspectos experimentales. Las variables que se utilizan

pueden ser dependientes e independientes, términos que cooperaran para el dimensionamiento de los equipos a utilizar.

1.4 Beneficiarios directos e indirectos

Beneficiario directo: La empresa INCOREG CIA. LTDA.

Beneficiarios indirectos: Parque industrial Riobamba, pobladores cercanos a la empresa (creación de puestos de trabajo).

CAPITULO II

OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 Objetivo General

- Diseñar un proceso para la obtención de cloruro de calcio a partir de piedra caliza para la empresa INCOREG CIA. LTDA.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la composición de la piedra caliza en base a la norma NTC 5059: “Método de ensayo para el análisis químico de caliza, cal viva y cal hidratada”
- Identificar las variables del proceso para la transformación de piedra caliza en cloruro de calcio.
- Realizar los cálculos de ingeniería para el diseño del proceso de elaboración del cloruro de calcio.
- Validar el proceso mediante análisis físicos y químicos del cloruro de calcio según el registro número CAS 10043-52-4 (cloruro de calcio).

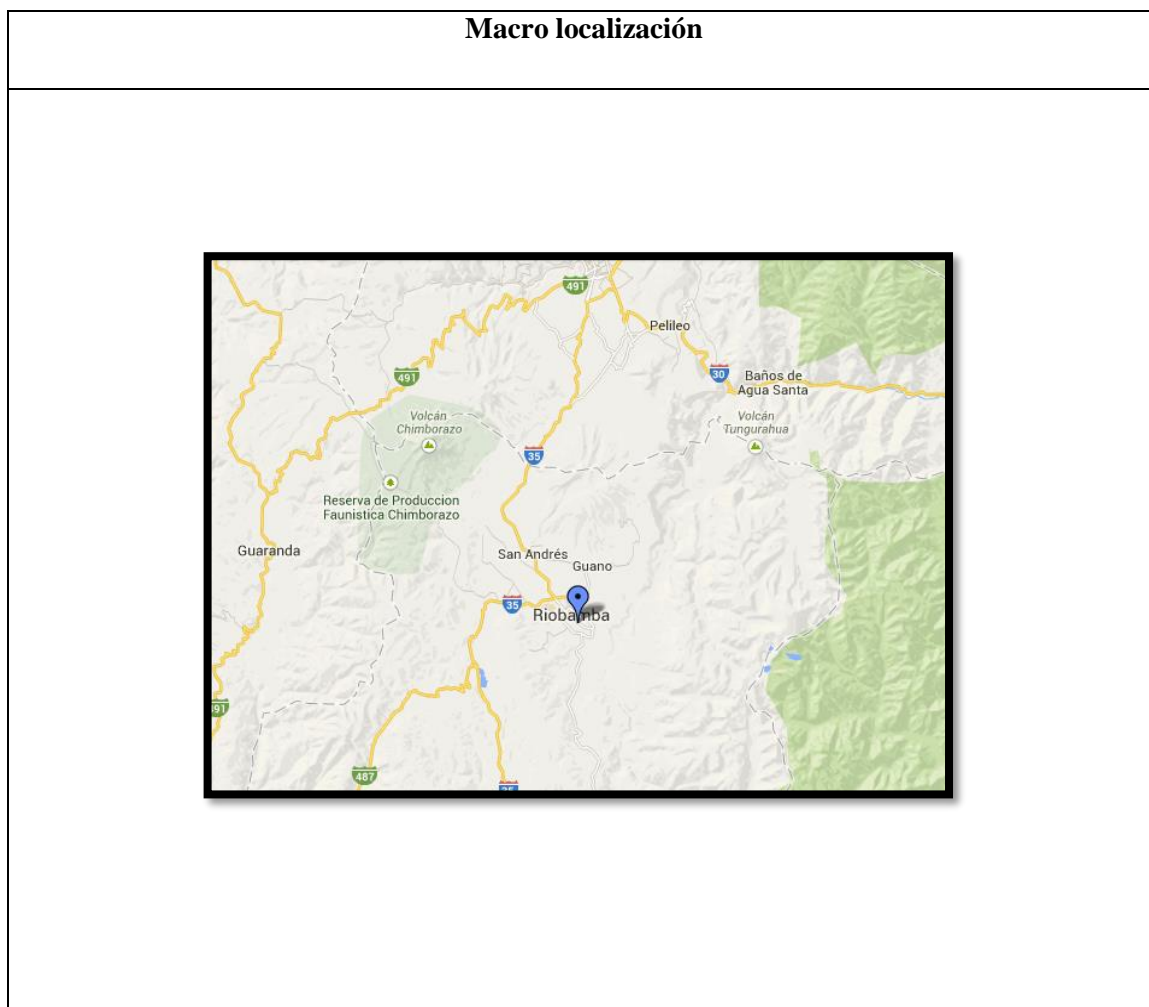
CAPITULO III

ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Localización del Proyecto

La empresa INCOREG CIA. LTDA, realiza sus actividades en la Av. Celso Augusto Rodríguez y Bolívar Bonilla, perteneciente a la parroquia Velasco, de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo.

Tabla 1-3: Localización del Proyecto



Micro localización



CONTINENTE	América
PAÍS	Ecuador
PROVINCIA	Chimborazo
CANTÓN	Riobamba
PARROQUIA	Velasco

Realizado por: Carrera, Alex. 2016

3.2 Ingeniería del Proyecto.

3.2.1 Materia Prima

3.2.1.1 Caliza

La caliza es una roca sedimentaria porosa formada por carbonatos, principalmente carbonato de calcio, magnesio y potasio. Cuando tiene alta proporción de carbonatos de magnesio se le conoce como dolomita, la piedra caliza permite el paso del agua, es decir, es una roca permeable. Cuando el agua penetra en la caliza se lleva a cabo el proceso de disolución, mediante el cual se disuelve el carbonato de calcio. Contiene silicatos y sílice en diversas proporciones; solubles en agua. Las calizas son las más abundantes de las rocas no clásticas. Constituyen definitivamente la mayor existencia del elemento carbono en la superficie terrestre, o cerca de ella. (Ecured, sf)



Ilustración 1-3 Piedra caliza

Fuente: www.incoreg.com.ec

3.2.1.1.1 Tipos de caliza

Tabla 2-3: Tipos de Piedra Caliza

Caliza	Características
<i>Fosilíferas</i>	Calizas compuestas por un elevado porcentaje de restos carbonatados de seres vivos (fósiles), cementados por carbonato cálcico
<i>Bioclásticas</i>	Son calizas formadas mayoritariamente por fragmentos carbonatados de fósiles. Realmente son calizas fosilíferas cuyos fósiles están muy fragmentados.
<i>Nodulosas rojas</i>	Rocas carbonatadas de color rojizo con estructura nodular originada por un intenso proceso de bioturbación sobre fangos micríticos calcáreos. Se formaron en altos fondos marinos alejados del continente emergido durante el Jurásico (umbrales).
<i>Oolíticas</i>	Calizas compuestas fundamentalmente por oolitos que son granos esféricos de carbonato cálcico de origen inorgánico con estructura concéntrica. Se formaron en medios marinos cálidos y poco profundos (plataformas carbonatadas).
<i>Lacustres</i>	Calizas formadas por la precipitación de carbonato cálcico en medios lacustres. Suelen tener coloraciones claras con tonos grisáceos, pardos o rosados. Se caracterizan por presentar numerosas oquedades originadas por el escape de gases, pero a su vez son muy resistentes.

Realizado por: Carrera, Alex. 2016

3.2.1.1.2 Principales características de la piedra caliza

Tabla 3-3: Características de la piedra caliza

Nombre Mineralógico	Fórmula Química	Peso Molecular (g/mol)	Peso Específico (g/cc)	Dureza (escala de Mohs)	Forma de cristales
Dolomita	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	184.4	2.84	3.2-4.0	Romboédrica
Aragonita	CaCO_3	100.1	2.94	3.5-4.0	Ortorrómbica
Calcita	CaCO_3	100.1	2.72	3.0	Romboédrica
Magnesita	MgCO_3	84.3	3.00	3.5-4.5	Romboédrica

Fuente: National lime Association

3.2.1.1.3 Composición de Carbonato de Calcio

Tabla 4-3: Determinación composición de carbonato de calcio

Fundamento	Materiales	Técnica	Cálculos
<p>Para determinar la composición de carbonato de calcio se utiliza el método de titulación reversible, técnica propia de la empresa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mortero • Reverbero • Vaso de precipitación de 100 mL. • Matraz Erlenmeyer • Agua destilada • Ácido clorhídrico 1N • Fenolftaleína 0,2% • NaOH 0,25N • Pipeta • Bureta 50 mL 	<ul style="list-style-type: none"> • Pulverizar 1g de material secado en un mortero. • Colocar en un matraz Erlenmeyer de 250 mL y humedecerlo con 40 mL de agua destilada. • Añadir 20 mL de solución HCl 1N y calentar hasta ebullición. • Hervir por 5 min y lavar el interior del Erlenmeyer con 60 mL de agua • Añadir 3-4 gotas fenolftaleína • Titular el exceso de ácido con solución NaOH 0.25N, hasta aparición de color rosado • Medir el volumen sobrante 	$\%CaCO_3 = \left(20 k_1 - \frac{V k_2}{4} \right) 0.050 \times 100$ <p>Dónde:</p> <p>$\%CaCO_3$ = porcentaje de carbonato de calcio</p> <p>k_1 = coeficiente de corrección de normalidad (7.2)</p> <p>k_2 = coeficiente de corrección de normalidad (4.2)</p> <p>V = volumen de solución final (mL)</p>

Fuente: Manual práctico de química de los elementos aglomerantes. Libro ruso

3.2.1.2 Ácido clorhídrico

3.2.1.2.1 Definición

Es un compuesto químico de sustancia líquida incoloro que humea al aire, puede presentar un tono amarillo por contener trazas de cloro, hierro o materia orgánica. El ácido clorhídrico, presenta como características principales su alto poder corrosivo y ácido, además se encuentra en estado líquido al ser una disolución acuosa con una cierta tonalidad amarillenta muy leve. (La guía química). Después del ácido sulfúrico, es el ácido de mayor importancia a escala industrial. Su estudio proporciona el conocimiento adquirido por el hombre desde la que la química se encontraba en manos de la alquimia en la edad media hasta nuestros días. (Ecured, sf)

3.2.1.2.2 Propiedades

Tabla 5-3: Propiedades de Ácido Clorhídrico

<u>Conc. (m/m)</u> c : kg HCl/kg	<u>Conc. (m/v)</u> c : kg HCl/m ³	<u>Densidad</u> ρ: kg/L	<u>Molaridad</u> M	<u>pH</u>	<u>Viscosidad</u> η : mPa·s	<u>Calor específico</u> s : kJ/(kg·K)	<u>Presión de vapor</u> P _{HCl} : Pa	<u>Punto de ebullición</u> b.p.	<u>Punto de fusión</u> m.p.
10%	104,80	1,048	2,87 M	-0,5	1,16	3,47	0,527	103 °C	-18 °C
20%	219,60	1,098	6,02 M	-0,8	1,37	2,99	27,3	108 °C	-59 °C
30%	344,70	1,149	9,45 M	-1,0	1,70	2,60	1.410	90 °C	-52 °C
32%	370,88	1,159	10,17 M	-1,0	1,80	2,55	3.130	84 °C	-43 °C
34%	397,46	1,169	10,90 M	-1,0	1,90	2,50	6.733	71 °C	-36 °C
36%	424,44	1,179	11,64 M	-1,1	1,99	2,46	14.100	61 °C	-30 °C
38%	451,82	1,189	12,39 M	-1,1	2,10	2,43	28.000	48 °C	-26 °C

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_clorh%C3%ADdrico#cite_ref-3

3.2.1.2.3 Dosificación

Para el presente proyecto se utilizó ácido clorhídrico al 37% con número de registro CAS (Sociedad Química Americana): 7647-01-0. Este ácido es un líquido claro, ligeramente amarillo y tiene las siguientes especificaciones:

Tabla 6-3: Composición de Ácido Clorhídrico

Contenido	Composición
HCl	37.1% pureza
Apariencia	Pasa prueba
Densidad	1.19 g/mL
Residuo de Ignición	2.8 ppm
Aluminio (Al)	0.04 ppm
Metales Pesados	< 0.5 ppm
Magnesio (Mg)	0.01 ppm
Manganeso (Mn)	0.03 ppm
Substancias orgánicas extractables	Aprox. 2 ppm
Arsénico (As)	< 0.005 ppm
Cobre (Cu)	0.04 ppm
Níquel (Ni)	0.04 ppm
Zinc (Zn)	0.01 ppm
Bromuro (Br)	< 0.005 ppm
Sulfato (SO ₄)	< 1 ppm
Titanio (Ti)	0.06 ppm
Cromo (Cr)	0.02 ppm
Estaño (Sn)	0.05 ppm
Potasio (K)	0.07 ppm
Plomo (Pb)	0.02 ppm
Sulfito (SO ₂)	< 1 ppm
Cloro Libre (Cl)	< 1 ppm
Fosfato (PO ₄)	< 0.5 ppm
Sodio (Na)	0.12 ppm
Calcio (Ca)	0.30 ppm
Hierro (Fe)	< 0.1 ppm
Amonio (NH ₃)	< 3 ppm
Color (APHA)	< 10 ppm

Fuente: Fermont Productos Químicos

3.2.2 Ensayos de laboratorio

3.2.2.1 Datos de Reactantes

- **Masa de Carbonato de calcio**

$$\% \text{ peso} = \frac{m \text{ soluto}}{m \text{ total}} \times 100$$

Dónde:

% peso = Porcentaje de pureza CaCO_3 (g)

m soluto = Masa CaCO_3 (g)

m total = Masa requerida (g)

Se tiene:

$$\% \text{ peso} = \frac{m \text{ soluto}}{m \text{ total}} \times 100$$

$$m \text{ soluto} = \frac{\% \text{ peso} \times m \text{ total}}{100}$$

$$m \text{ CaCO}_3 = \frac{95 \% \times 5 \text{ g}}{100 \%}$$

$$m \text{ CaCO}_3 = 4,75 \text{ g}$$

- **Volumen de Ácido Clorhídrico**

$$\% \text{ pureza} = \frac{v \text{ solución}}{v \text{ total}} \times 100$$

Dónde:

% pureza = Porcentaje de pureza CaCO_3 (g)

v solución = Volumen solución requerida (mL)

v total = Volumen requerido HCl (mL)

Teniéndose:

$$\% \text{ pureza} = \frac{v \text{ solución}}{v \text{ total}} \times 100$$

$$v \text{ solución} = \frac{\% \text{ pureza} \times v \text{ total}}{100}$$

$$v \text{ solución} = \frac{4,75 \times 182,22 \text{ mL}}{100}$$

$$v \text{ solución} = 8,65 \text{ mL HCl}$$

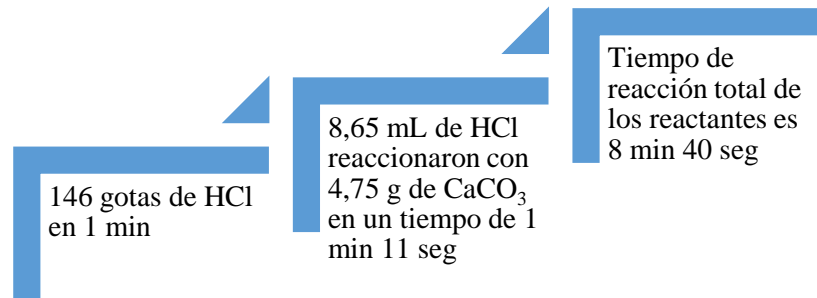
Se necesitan 8,65 mL de HCl para disolver 4,75 g de CaCO_3 puro.



Ilustración 2-3: Ensayo de Laboratorio

Realizado por: Carrera, Alex. 2016

3.2.2.2 Ensayo N° 1

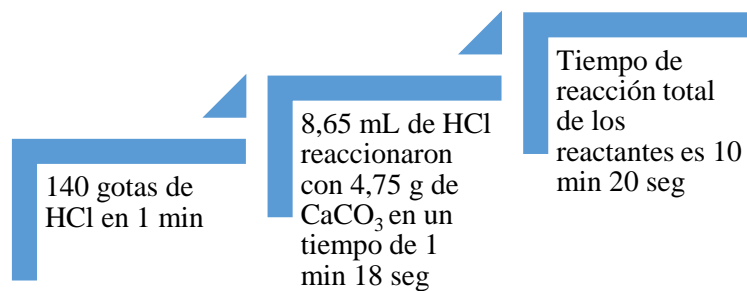


Altura de $\text{CaCO}_3 = 0.9$ cm

Altura de dosificación = 46 cm

Tiempo de reacción rápido.

3.2.2.3 Ensayo N° 2



Altura de $\text{CaCO}_3 = 1,2$ cm

Altura de dosificación = 43 cm

Tiempo de reacción más lento.

3.2.2.4 Resultados

De los experimentos realizados para obtención de CaCl_2 , se eligió el experimento 1, puesto que es el más factible según tiempo de reacción, menor diámetro de la partícula y alturas.

A partir de estos datos obtenidos se procedió con el diseño del proceso para la obtención de cloruro de calcio.

3.2.3 Diseño del proceso

3.2.3.1 Trituración

Es un método de reducción para procesamiento de materiales incluido entre los tamaños de entrada de un metro a un centímetro (0,01m), diferenciándose en trituración primaria (de 1 m a 10 cm) y trituración secundaria (de 10 cm a 1 cm). (Pro industriales, 2011)

3.2.3.1.1 Tipos

Se clasifican en 2 tipos de trituración dependiendo del tamaño de partículas a obtener, teniéndose:

- Trituración primaria
- Trituración secundaria

3.2.3.1.1.1 Trituración primaria

Esta trituración reduce normalmente la dimensión de los trozos de piedra a un valor comprendido desde 8 a 6 plg. La trituración primaria se lleva a cabo en quebrantadoras de mandíbulas o en quebrantadoras giratorias (Pro industriales, 2011)

3.2.3.1.1.2 Trituración Secundaria

El tamaño de las partículas se disminuye a un valor comprendido desde 3 y 2 plg, dejándolo en condiciones óptimas para poder pasar a la operación siguiente. Las quebrantadoras utilizadas son por lo general de tipo giratorio o cónico. Estas máquinas son similares a las utilizadas en la trituración primaria, diferenciándose solamente en que trabajan a velocidades relativamente

altas (aproximadamente 500 rpm) y en que la abertura de salida de los productos triturados es mucho menor. (Pro industriales, 2011)

3.2.3.1.2 Maquinaria

En el campo industrial se utilizan diferentes tipos de máquinas de trituración y suelen clasificarse de acuerdo a la etapa a en que se utilizan y el tamaño de material tratado.

3.2.3.1.2.1 Trituradoras primarias

Fragmentan trozos grandes hasta un producto de 8 plg a 6 plg.

Se tienen dos tipos de máquinas.

- Trituradoras de Mandíbulas
- Trituradoras Giratorias.

3.2.3.1.2.2 Trituradoras Secundarias

Compactan el producto de la trituración primaria hasta tamaños de 3 plg a 2 plg, entre estas máquinas se tiene:

- Trituradoras Giratorias
- Trituradoras Cónicas.

3.2.3.1.2.3 Trituradoras Terciarias

Fragmentan el producto de la trituración secundaria hasta tamaños de 1/2 plg o 3/8 plg, entre estas máquinas se usan frecuentemente:

- Trituradoras Cónicas
- Trituradoras de Rodillos.

3.2.3.1.3 Triturador de mandíbulas

Las trituradoras de mandíbulas constan normalmente de dos placas muy fuertes, llamadas mandíbulas. Una de ellas es vertical y va fija al armazón de la maquina; la otra está articulada al aparato para que pueda experimentar un movimiento de vaivén sobre el anterior. (Brito, 2006)

El mineral se carga en el espacio comprendido entre las mandíbulas, y de ellas, la móvil, en su recorrido hacia adelante, aplasta los trozos contra la fija. Al retroceder la mandíbula móvil, el mineral triturado cae por la abertura que en la parte inferior forman las mandíbulas.



Ilustración 3-3: Triturador de Mandíbulas

Fuente: <http://www.sbmperu.com/ver/trituradoras-pemandibula>

3.2.3.1.4 Ecuaciones de diseño del triturador

Para el diseño del proceso se definió utilizar un triturador de mandíbulas, el cual va a tener una alimentación de 16 Tn/día. Estos parámetros de diseño han sido definidos por autores como Shovin y Bond en artículos específicos en procesos de minerales.

3.2.3.1.4.1 Carga de alimentación (m°)

Indica la carga de materia prima a utilizar en la entrada del primer proceso de producción (trituración), la cual indica el peso y el tiempo según lo especificado en cada etapa, como son: Tn/h, kg/día, kg/hora.

$$m^\circ = 16 \frac{Tn}{día} \times \frac{día}{24h} = 0,66 \frac{Tn}{hora}$$

$$m^\circ = 16 \frac{Tn}{día} \times \frac{1000kg}{Tn} = 16000 \frac{kg}{día}$$

$$m^\circ = 16 \frac{Tn}{día} \times \frac{1000kg}{Tn} \times \frac{día}{24h} = 666,66 \frac{kg}{hora}$$

3.2.3.1.4.2 Potencia Requerida (P)

Es la potencia que requiere el motor de la trituradora de mandíbulas para ejecutar el proceso correspondiente a reducción de tamaño.

$$\frac{P}{m^{\circ}} = \frac{Kb}{\sqrt{Dp}}$$

Ecuación 1

Dónde:

P = Potencia requerida (HP)

m° = Carga de alimentación (Tn/h)

Kb = Capacidad de trituración

Dp = Dimensiones de diseño

Dpb = Dimensiones de salida

Dpa = Dimensiones de entrada

Wi = Índice de trabajo

Se tiene, entonces:

$$Kb = \sqrt{100 \times 10^{-3} Wi}$$

$$Kb = 0,3162 Wi$$

$$\frac{P}{m^{\circ}} = 0,3162(12,74) \left(\frac{1}{\sqrt{Dpb}} - \frac{1}{\sqrt{Dpa}} \right)$$

$$P = 0,66 \times 0,3162(12,74) \left(\frac{1}{\sqrt{125}} - \frac{1}{\sqrt{990}} \right)$$

$$P = 0,15 kw \approx 0,20 HP$$

Se requiere un motor con potencia de 1.5 HP para un mejor proceso según el diseño.

3.2.3.1.4.3 Relación de reducción (Rr)

En procesos de reducción de tamaño, se refiere a la relación entre el diámetro máximo de carga suministrada en la entrada a la máquina y al diámetro máximo de productos en salida, en el proceso de reducción.

$$Rr = \frac{d \text{ max entrada}}{d \text{ max producto}}$$

Ecuación 2

Dónde:

$d_{\text{max entrada}}$ = Diámetro máximo de material en la entrada

$d_{\text{max salida}}$ = Diámetro máximo de productos en la salida

Teniéndose:

$$Rr = \frac{990}{125} = 7,92$$
$$Rr = 8$$

3.2.3.1.4.4 Ancho mínimo abertura de alimentación (G)

Esta variable de la trituradora debe ser entre un 15% a 20 % mayor que el tamaño máximo de alimentación, debido al factor de seguridad industrial.

$$d_{\text{max}} = G \times 0,85$$

Ecuación 3

Dónde:

$d_{\text{max entrada}}$ = Diámetro máximo de entrada (mm)

G = Ancho mínimo abertura de alimentación (m)

Teniéndose:

$$G = \frac{d \max}{0,85}$$

$$G = \frac{990}{0,85} = 1164,7 \text{ mm}$$

$$G = 116,47 \text{ cm} = 1,16 \text{ m} = 1,50 \text{ m}$$

Se utiliza 1,50 m de ancho mínimo, ya que dicha variable de la trituradora debe ser un 15% mayor que el tamaño máximo de alimentación, se toma este porcentaje para un mejor diseño de la máquina.

3.2.3.1.4.5 Longitud mínima carrera de mandíbula (e)

El largo de la carrera de mandíbula indica la longitud mínima del fragmento al momento de comprimir las excéntricas mandíbulas y se expresa:

$$e = 0,06 \times G^{0,85}$$

Ecuación 4

Dónde:

G = Ancho mínimo abertura de alimentación (m)

e = Longitud mínima carrera de mandíbula (mm)

Teniéndose:

$$e = 0,084 \text{ m} \approx 84 \text{ mm}$$

3.2.3.1.4.6 Velocidad mínima de operación (n_{op})

Expresa la velocidad mínima en revoluciones por minuto en que opera la máquina.

$$n_{op} = 280 \times 2,71^{(-0,212 \times G(3))}$$

Ecuación 5

Dónde:

G = Ancho mínimo abertura de alimentación (m)

n_{op} = Velocidad mínima de operación (rpm)

Teniéndose:

$$n_{op} = 108 \text{ rpm}$$

3.2.3.2 Molienda

Es una operación unitaria que tiene como objetivo disminuir el tamaño de la partícula, lo cual indica a menor tamaño mayor es el desarrollo superficial del producto.

El proceso inicia por la superficie, luego la velocidad de reacción será proporcional al desarrollo de menciona superficie.

3.2.3.2.1 Molino

Son máquinas donde se produce la operación de molienda. Existen varios tipos de molinos según sus respectivas aplicaciones:

- Molino de muelas o rulos
- Molino de discos

3.2.3.2.2 Molino de Bolas

Estos tipos de molinos consisten en un cilindro más o menos largo, de preferencia horizontalmente, el cual gira alrededor de su eje, y en cuyo interior se ha depositado una carga de bolas y barras de longitud igual a la del cilindro.

Las alimentaciones a los molinos de bolas pueden tener un tamaño de 2,5 a 3,5 cm para materiales muy frágiles. El tamaño idóneo de las bolas más grandes debe ser de 13 cm de diámetro.

La rotación del cilindro tiende a elevar la carga hasta una cierta altura, desde la cual caen los cuerpos moledores en cascada, percutiendo sobre la parte de la carga que queda en la zona inferior. (Vian, y otros, 1952)

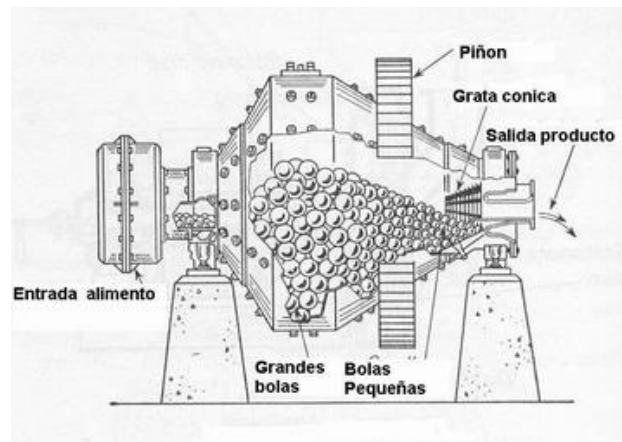


Ilustración4-3: Molino de bolas

Fuente: <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/>

3.2.3.2.3 Ecuaciones de diseño del molino

Se utilizará un molino de bolas, escogiéndose los parámetros más representativos para el diseño del molino. (Alcántara, 2008)

3.2.3.2.3.1 Volumen del molino

Según la empresa, requieren una producción de 16 Tn/día, de acuerdo a las especificaciones de molinos industriales una producción de 2000 kg/h se produce en un recipiente de 350 L (Arreaga, 2014). Por lo tanto, se aplicó una regla de tres para obtener el dato correspondiente para la carga de 666 kg/h de materia prima.

$$\begin{aligned} 2000 \text{ kg/h} &\rightarrow 350 \text{ L} \\ 666 \text{ kg/h} &\rightarrow x \\ x &= 116 \text{ L} \end{aligned}$$

Ecuación 6

Se empleará un volumen de 200 L por factor de seguridad

$$V_{\text{molino}} = 200 \text{ L} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} = 200,000 \text{ cm}^3$$

3.2.3.2.3.2 Producción por hora del molino

Señala el peso y el tiempo en base a una relación de producción del molino y el uso del mismo.

$$16Tn/dia \rightarrow 10\% \text{ producción extra}$$

$$16 \times 10\% = 1,6Tn$$

$$16 + 1,6 = 17,6Tn/dia$$

$$17,6 \frac{Tn}{dia} \times \frac{330días}{año} = 5808Tn/año$$

$$330días \times 8h_{(usomolino)} = 2640horas/año$$

$$\text{Producción del molino} = \frac{A}{B}$$

Ecuación 7

Dónde:

A = Producción molino (Tn/año)

B = Uso del molino (horas/año)

Teniéndose, entonces:

$$\text{Producción del molino} = \frac{5808}{2640} = 2,2Tn/h$$

Se obtendrá una producción de 2,2 Tn/h de producto, tomando en cuenta el 10% de producción extra.

3.2.3.2.3.3 Potencia motor

Para la potencia de motor del molino, se tomará en cuenta la producción del mismo y la energía en el proceso de producción, a su vez se asume el factor de seguridad industrial que será de 1,34.

$$20kwh \times 2,2Tn/h = 44kw$$

$$factorseguridad = 1,34$$

$$Potencia = 44 \times 1,34$$

$$Potencia = 58,96HP$$

3.2.3.3 Bandas transportadoras

Las bandas transportadoras son los equipos de transporte más utilizado para el desplazamiento de materias primas sólidas, material a granel a gran velocidad y para el transporte cubriendo grandes distancias. (Hernando Enrique Bohorquez Ariza, 2011)

3.2.3.3.1 Estructura

- Bastidor metálico construido normalmente en acero, que constituye el soporte principal de los elementos del transportador (9)
- Un sistema de tracción o cinta transportadora, en forma de banda sin fin que a su vez es el elemento portador del transportador (2)
- De la estación accionadora que pone en movimiento el tambor impulsor (1)
- De la estación tensora compuesto por el tambor tensor y el dispositivo tensor (6)
- De los rodillos de apoyo en el ramal de trabajo o ramal superior (4)
- De los rodillos de apoyo en el ramal inferior o ramal libre (8)
- Del dispositivo de carga, el cual normalmente es una canal o tolva de carga (5)
- Del dispositivo de descarga, el cual normalmente es una Shutt o tolva de descarga
- Del Tambor desviador (10)
- Del dispositivo limpiador de banda (8.2) (Hernando Enrique Bohorquez Ariza, 2011)

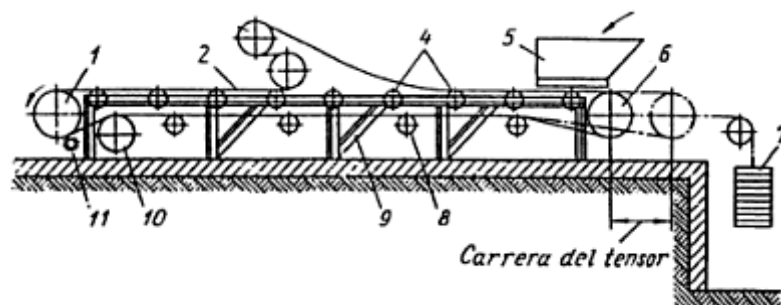


Ilustración 5-3: Cinta transportadora

Fuente: <http://descom.jmc.ut fsm.cl/sgeywitz/sub-paginas/Maquinas%20y%20equipos/cintas.htm>

3.2.3.3.2 Sistema de descarga

Es vital la descarga limpia para la duración de la banda. En el desplazamiento de regreso, el lado portador de la banda está en contacto con los rodillos de regreso y cualquier material que se adhiere se acumulará en ella o se depositará en los rodillos. Por lo tanto, si se tuviera material incrustado en la maquina se necesitará dispositivos de limpieza como escobillas giratorias. (Perry, 1992)

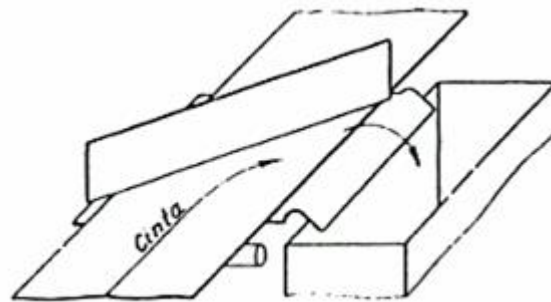


Ilustración 6-3: Ángulo de descarga

Fuente: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211618/EXELARNING/bandas_transportadoras.html

3.2.3.3.3 Parámetros de diseño de la banda transportadora

Para el diseño de banda transportadora para caliza, se utilizó datos dados en tablas y capacidad de alimentación a la cinta, en la cual se detalla:

Tabla 7-3: Datos experimentales

Variable	Símbolo	Valor	Unidad
Capacidad de transporte	Q	0,66	Tn/h
Velocidad de la banda	V	4.5	m/s
Longitud Banda	L	4.1	m
Ancho de banda	B	0.68	m

Fuente: http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-06-21_09-06-57105684.pdf

3.2.3.3.1 Peso del producto transportado

Es el peso al cual la banda está adaptada en base a la velocidad y alimentación del producto.

$$W_m = \frac{33.3Q}{V}$$

Ecuación 8

Dónde:

W_m = Peso del producto transportado(lb/pie)

Q = Alimentación (Tn/h)

V = Velocidad de la banda (pie/min)

Entonces

$$V = 4,5 \frac{m}{s} \times \frac{1 \text{ pie}}{0,30m} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} = 900 \frac{\text{pie}}{\text{min}}$$

Por lo tanto

$$W_m = \frac{33.3(0,66 \frac{Tn}{h})}{900 \text{ pie/min}} = 3229,30 \text{ lb/pie}$$

3.2.3.4 Tolvas dosificadoras

Se denomina tolva dosificadora a un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño, destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros. Generalmente es de forma cónica y siempre es de paredes inclinadas como las de un gran cono, de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y la descarga se realiza por una compuerta inferior.

Las tolvas dosificadoras son aplicadas cuando se quiere garantizar una alimentación continua y controlada del producto almacenado.

El caudal de alimentación puede ser regulable mediante tajaderas. Además, el transportador de banda, puede incorporar variador electrónico de frecuencia para controlar la velocidad de la banda.



Ilustración 7-3: Tolva dosificadora

Fuente: http://www.tusa.es/tolvas_almacenamiento.html

Las tolvas vibrantes para la dosificación de los materiales reciclados son la mejor solución para garantizar una alimentación continua y estable de los materiales a la línea de proceso.

La alimentación del material es totalmente regulable electrónicamente, consiguiendo un comportamiento sin trabas ni enganches de prácticamente todos los materiales.

El equipo incorpora un vibrador mecánico de caja de engranajes accionado por un motor eléctrico y eje cardan. Este sistema combinado con aislantes tipo AG de “carga súbita”, permite una regulación mediante variador de frecuencia del 0 – 100% de su capacidad.

No importa las densidades o granulometrías que se puedan manejar, el equipo siempre mantiene su caudal de alimentación sea cual sea el producto, permitiendo adaptarse a cada material que se quiera dosificar en cada momento. (Perry, 1992)

3.2.3.4.1 Ecuaciones de diseño de la tolva

3.2.3.4.1.1 Volumen de la tolva

Se utiliza un paralelepípedo triangular como diseño para calcular su volumen, en el cual se toma en cuenta las medidas de la parte superior e inferior de la figura de un a pirámide.

$$V_{tolva} = V_{paralelepipedo_{sup}} + V_{paralelepipedo_{inf}} / 2$$

Ecuación 9

Dónde:

V_{tolva} = Volumen de la tolva (m^3)

$V_{paralelepípedo_{sup}}$ = Volumen del paralelepípedo superior (m^3)

$V_{paralelepípedo_{inf}}$ = Volumen del paralelepípedo inferior (m^3)

Teniéndose:

$$V_{tolva} = (4 \times 6 \times 1,5)m^3 + \frac{1}{2}(4 \times 6 \times 3,5)m^3$$
$$V_{tolva} = 78 m^3$$

3.2.3.4.1.2 Volumen útil de la tolva

Es el espacio más productivo que ocupa la materia prima en la tolva.

$$V_{util_{tolva}} = V_{tolva} \times esp.lle$$

Ecuación 10

Dónde:

$V_{util_{tolva}}$ = Volumen útil de la tolva

V_{tolva} = Volumen de la tolva

esp.lle = Espacios llenos

De donde se tiene:

$$V_{util\ tolva} = 78 \times 0,7 = 54,6m^3$$

3.2.3.4.1.3 Capacidad de la tolva

Es el nivel máximo que puede contener la maquina suministrada de materia prima.

$$C_{apacidad\ tolva} = V_{util\ tolva} \times \delta$$

Ecuación 11

Dónde:

Capacidad_{tolva} = Capacidad de la tolva (TMH)

V útil tolva = Volumen útil de la tolva

δ = Densidad (TMH)

Teniéndose:

$$Capacidad_{tolva} = 54,6m^3 \times 2,9 TMH / m^3 = 158,34 TMH$$

$$Capacidad_{tolva} = 158,34 TMH \times 0,95 = 150,42 TMH$$

3.2.3.5 Reactor Batch

El reactor Batch es un reactor donde no existe flujo de entrada ni de salida, es simplemente un reactor con un agitador que homogeneiza la mezcla. Es esencialmente un tanque en el que se ha

permitido que ocurra una reacción. (Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, sf.).



Ilustración 8-3: Reactor Batch

Fuente: <https://sites.google.com/site/bioingenieriauv15/uni>

3.2.3.5.1 Ciclo de Operación

Durante el manejo de este tipo de reactor se realizan las siguientes operaciones:

- Se agrega una carga de reactivos
- Se lleva el reactor a condiciones de operación
- Se mantiene a estas condiciones por un lapso de tiempo determinado, durante los cuales se realiza la reacción
- Se lleva al reactor a las condiciones necesarias para descargar el producto
- Se lava el reactor

3.2.3.5.2 Ecuaciones de diseño del reactor

Considerando el material que estará hecho el reactor, acero inoxidable AISI 304 por su alta resistencia a la corrosión (Sumitec, sf), se realizaron los cálculos ingenieriles de diseño.

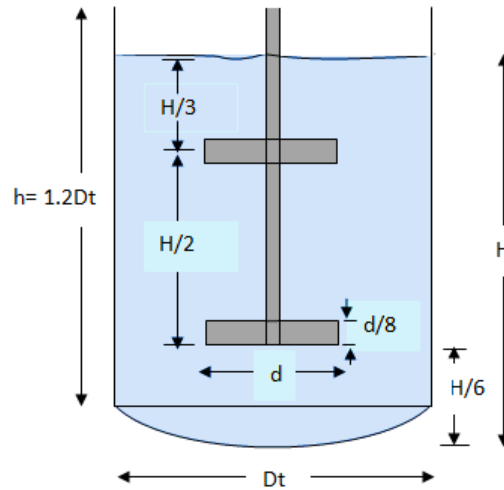


Ilustración 9-3: Diagrama Cilindro

Fuente: PERRY, Manual del ingeniero químico, Mc Graw Hill, Tomo 1

3.2.3.5.2 .1 Volumen cilindro reactor

Se realizó cálculos para el volumen de cilindro del reactor tomando en cuenta 500 gal.

$$V = \pi \times r^2 \times h$$

Ecuación 12

Dónde:

V = Volumen cilindro (gal)

dt = Radio del cilindro (cm)

h = Altura del cilindro (cm)

Teniéndose:

$$V = \frac{\pi \times dt^2 \times h}{4}$$

Ecuación 13

Dónde:

V = Volumen cilindro (gal)

dt = Diámetro del cilindro (cm)

h = Altura del cilindro (cm)

Teniéndose, entonces:

$$V = \frac{\pi \times dt^2 \times 1,2 dt}{4}$$
$$500 \text{ gal} \times \frac{3,78 \text{ L}}{1 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 1,89 \text{ m}^3$$

$$4 (1,89 \text{ m}^3) = 3,76 dt^3$$

$$dt = \sqrt[3]{2,01}$$

$$dt = 1,26 \text{ m} \approx 130 \text{ cm}$$

$$h = 1,2 dt$$

$$h = 156 \text{ cm} \rightarrow 160 \text{ cm}$$

$$V = \frac{\pi \times dt^2 \times h}{4}$$

$$V = 2123,7 \text{ L} \approx 561,83 \text{ gal}$$

$$561,83 - 500 \text{ gal} = 61,83 \text{ gal}$$

Se dejará un excedente de 61,83 gal debido que el serpentín, el eje y las paletas interferirán.

3.2.3.5.2 .2 Calculo sistema de agitación

3.2.3.5.2 .2 .1 Altura agitador

La altura del agitador es cerca de 1,2 del diámetro del cilindro, por lo tanto:

$$L = 1,2 dt$$

Ecuación 14

Dónde:

L = Altura del tanque agitador (cm)

dt = Diámetro del cilindro (cm)

Teniéndose:

$$L = 1,2(130)$$

$$L = 156 \text{ cm}$$

Por condiciones de diseño el tanque tiene que ser más alto que ancho y se le sube a 160 cm.

3.2.3.5.2 .2 .2 Cálculo diámetro del rodete

- **Largo de brazo**

Es un parámetro para calcular el ancho de la longitud de brazo del rodete.

$$Lb = \frac{1}{2} dt$$

Ecuación 15

Dónde:

Lb = Altura del brazo (cm)

dt = Diámetro del cilindro (cm)

Teniéndose, entonces:

$$Lb = 65 \text{ cm}$$

Por diseñarse el tanque con mayor altitud y para obtener un mejor mezclado el largo de brazo aumenta a 70 cm.

- **Espesor rodete**

Indica el grosor del accesorio que necesita para formar el agitador.

$$Er = \frac{1}{4} Lb$$

Ecuación 16

Dónde:

Lb = Altura del brazo (cm)

Er = Espesor del rodete (cm)

Teniéndose:

$$Er = 16,25 \text{ cm}$$

- **Diámetro del rodete**

$$dr = \frac{2}{3} (dt)$$

Ecuación 17

Dónde:

dr = Diámetro del rodete (cm)

dt = Diámetro del cilindro (cm)

Entonces:

$$dr = 87 \text{ cm}$$

- **Distancia fonda del tanque y rodete**

Indica el trayecto entre el fondo del tanque y rodete, este espacio ayuda para una mejor agitación.

$$x = L - Lb$$

Ecuación 18

Dónde:

L = Altura del tanque agitador (cm)

Lb = Altura del brazo (cm)

Teniéndose:

$$x = 90 \text{ cm}$$

- **Alto de la paleta**

Parámetro específico para el accionar del agitador.

$$Ap = \frac{1}{5} Lb$$

Ecuación 19

Dónde:

Ap = Alto de la paleta (cm)

Lb = Altura del brazo (cm)

Teniéndose:

$$Ap = 13 \text{ cm}$$

3.2.3.5.2 .2 .3 Cálculo potencia para accionar el rodete

- **Cálculo del número de Reynolds**

Es un parámetro para calcular la potencia del agitador.

$$N_{Re} = \frac{dt^2 \times N \times \delta}{\mu}$$

Ecuación 20

Dónde:

dt = Diámetro del tanque (m)

N = Número de revoluciones por segundo

μ = Viscosidad del fluido (Pa.s)

δ = Densidad del fluido (kg/m³)

Para lo cual:

$\mu = 0,0048$ Pa.s

$\delta = 1300$ kg/m³

Con esto se tiene:

$$N_{Re} = \frac{1.6 m^2 \times 1,67 rev / s \times 1300 kg / m^3}{0,0048 Pa.s}$$

$$N_{Re} = 7,23 \times 10^5$$

- **Calculo potencia del agitador**

Es la potencia con la que funcionará el motor del agitador

$$P = \frac{N_p \times N^3 \times dr^5 \times \delta_{mezcla}}{gc}$$

Ecuación 21

Dónde:

P = Potencia (HP)

N_p = Número de potencia

N = Número de revoluciones por segundo

dr = Diámetro del rodete (ft)

δ_{mezcla} = Densidad de la mezcla (lb/ft³)

gc = Gravedad específica (pies/s²)

Para lo cual:

N_p = 0,4

Con esto se tiene:

$$P = \frac{0,4 \times (1,67)^3 \times (2,87 \text{ ft})^5 \times 79,44 \text{ lb} / \text{ft}^3}{32,14 \text{ ft} / \text{s}^2}$$

$$P = 898,2 \text{ ft} \cdot \text{lb} / \text{s} \times \frac{1 \text{ HP}}{550 \text{ ft} \cdot \text{lb} / \text{s}} = 1,6 \text{ HP}$$

3.2.4 Tabla de Resultados

Tabla 8-3: Resultados básicos de diseño de equipos industriales

Proceso	Variable	Símbolo	Valor	unidad
Trituración	Potencia	P	0,20	HP
	Diámetro máximo de entrada	dmaxalm	990	mm
	Diámetro máximo de salida	dmaxsal	125	mm
	Relación reducción	Rr	8	–
	Ancho mínimo abertura alimentación	G	1,5	m
	Longitud mínima carrera mandíbula	E	84	mm
	Velocidad mínima de operación	Nop	108	rpm
	Molienda	Volumen del molino	Vmol	200.000
Producción del molino		Pmol	2,2	Tn/h
Potencia motor		P	58,96	HP
Banda Transportadora	Capacidad de transporte	Q	1.04	Tn/h
	Velocidad de la banda	V	4.5	m/s
	Longitud de banda	L	4.1	m
	Ancho de banda	B	0.68	m
	Peso del producto transportado	Wm	3229,30	lb/pie
Tolva	Volumen tolva	Vtolva	78	m ³
	Volumen útil de la tolva	Vutolva	54,6	m ³
	Capacidad de tolva	Cap tolva	150,42	TMH
Reactor Batch	Volumen cilindro reactor	V	561,83	gal
	Diámetro alimentación	dt	130	cm
	Altura reactor	H	160	cm
	Altura agitador	L	160	cm
	Altura del rodete	Lb	70	cm
	Diámetro del rodete	Ør	87	cm
	Distancia fonda de tanque y rodete	X	90	cm
	Espesor del rodete	Er	16,25	cm
	Alto de paleta	Ap	13	cm
	Número de Reynolds para rodete	Nre	7,23x10 ⁵	–
	Potencia Agitador	P	1,6	HP

Realizado por: Carrera, Alex. 2016

3.2.5 Producto Obtenido

El producto que se obtiene de la reacción de carbonato de calcio y ácido clorhídrico es el cloruro de calcio, que es un producto químico con una gran variedad de aplicaciones. Entre sus principales características resalta que es un compuesto higroscópico¹ y deliquescente².

3.2.5.1 Rendimiento

Partiendo de la ecuación general:



- **Rendimiento Teórico**

$$m = \delta \times V$$

Ecuación 22

Dónde:

m = Masa (g)

δ = Densidad HCl (g/mL)

V = Volumen HCl requerido para ensayo (mL)

Teniéndose:

$$m = 1,19 \times 8,5$$

$$m = 9,86 \text{ g HCl}$$

Convirtiendo:

$$X \text{ g CaCl}_2 = 9,86 \text{ g HCl} \frac{1 \text{ mol HCl}}{36,5 \text{ g HCl}} \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{2 \text{ mol HCl}} \times \frac{111 \text{ g CaCl}_2}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 14,9 \text{ g CaCl}_2$$

- **Rendimiento Real**

¹ Higroscópico hace alusión a la sustancia capaz de absorber humedad del medio

² Este término significa que tiene la propiedad de absorber la humedad del aire y disolverse en ella.

$$\delta \text{CaCl}_2 = \frac{m}{v}$$

$$m = \delta \times V$$

$$m = 1,3 \times 11$$

$$m = 14,3 \text{ g CaCl}_2$$

$$\text{Ren fraccional} = \frac{\text{ren real}}{\text{ren teorico}} \times 100 \%$$

Ecuación 23

Dónde:

Ren fraccional = Rendimiento fraccional (%)

Ren real = Rendimiento real (g)

Ren teórico = Rendimiento teórico (g)

Teniéndose:

$$\text{Rendimiento} = \frac{14,3}{14,9} \times 100 \%$$

$$\text{Rendimiento} = 95\%$$

Se determinó un rendimiento del 95%, que indica la cantidad de producto a obtener a partir del proceso, lo que puede considerarse un alto rendimiento.

3.2.5.2 Técnicas

3.2.5.2.1 Determinación de pH del producto

Tabla 9-3: Determinación del pH

Fundamento	Materiales	Técnica
<p>El pH es un coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.</p> <p>Señala la concentración de iones hidrógeno $[H]^+$ presentes en determinadas disoluciones.</p> <p>E pH neutro es 7, si el número es mayor, la solución, es básica, y si es menor, es ácida.</p>	<ul style="list-style-type: none">• pH-metro• 2 vasos de precipitación de 100 mL.• Agua destilada	<ul style="list-style-type: none">• La sonda del pH-metro tiene que ser almacenada en la solución de almacenamiento o una solución de pH 4.• El medidor tiene que estar en modo pH, y luego enjuagar la sonda del medidor en agua destilada. Agitarla antes de poner en una solución de pH 7 para calibrarlo.• Dejar la sonda en la solución por al menos 30 segundos, para permitir que el medidor se estabilice, y luego ajustarla para que se lea pH 7.• Enjuagar una vez más y luego ponerla en una solución de pH 4, y dejar que el medidor se estabilice. Ajustar el medidor para que marque pH 4.• Después, de esto la sonda está lista para ponerla en el líquido de muestra.• Luego de que la lectura de pH se estabilice, leer el pH de la muestra.• Guardar la sonda en la solución de almacenamiento.

Fuente: Técnica propia de empresa INCOREG.

Realizado por: Carrera, Alex. 2016

3.2.5.2.2 Determinación de densidad del producto

Tabla 10-3: Determinación de densidad del producto

Fundamento	Materiales	Técnica	Cálculos
<p>La densidad indica la relación entre la masa y el volumen de una sustancia, o entre la masa de una sustancia y la masa de un volumen igual de otra sustancia tomada como patrón.</p> <p>La densidad de un cuerpo está relacionada con su flotabilidad, una sustancia flotará sobre otra si su densidad es menor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Vaso de precipitación de 100 mL. • Agua destilada • Picnómetro 10 mL 	<ul style="list-style-type: none"> • Encender la balanza analítica • Tarar • Pesar el picnómetro vacío • Pesar el picnómetro con el agua destilada • Pesar el picnómetro con el producto obtenido • Apagar la balanza 	$\rho_{liq} = \frac{m_{picnometro+liq} - m_{picnometro}}{m_{picnometro+agua} - m_{picnometro}} \times 1$ <p>Dónde:</p> <p>ρ_{liq}= densidad del líquido (g/mL)</p> <p>$m_{picnometro+liq}$= masa del picnómetro +líquido (g)</p> <p>$m_{picnometro+agua}$ = masa del picnómetro +agua(g)</p> <p>$m_{picnometro}$= masa del picnómetro (g)</p>

Fuente: Técnica propia de empresa INCOREG

Realizado por: Carrera, Alex. 2016

3.2.5.2.3 Determinación de viscosidad del producto

Tabla 11-3: Determinación de viscosidad

Fundamento	Materiales	Técnica
<p>La viscosidad de un fluido es una medida de su resistencia a las deformaciones graduales producidas por tensiones cortantes o tensiones de tracción.</p> <p>Por medio de un viscosímetro se mide la resistencia mecánica que contrapone el líquido al aumento de desplazamiento del husillo, y la misma se agranda proporcionalmente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Viscosímetro digital de rotación • Vaso de precipitación de 100 mL. • Termómetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar una muestra del producto en el vaso de precipitación. • Medir la temperatura de la muestra seleccionada. • Instale el usillo marcado en el tornillo de unión • Encienda el equipo • Seleccionar el número del husillo • Seleccionar la velocidad de rotación • Girar el mando de soporte para que descienda el viscosímetro mientras que el husillo se introduce en el líquido, la superficie del líquido tiene que coincidir con la marca del nivel del husillo. • Comprobar que el equipo este nivelado • Pulsar el botón de inicio, el husillo comenzará a girar, registrar el valor. • Presionar el botón de parada para retirar el husillo y proceder a la limpieza • Apagar el equipo

Fuente: Técnica propia de empresa INCOREG

Realizado por: Carrera, Alex. 2016

3.2.6 Discusión de resultados

Para la obtención de cloruro de calcio se recogió una muestra de 300 g de la pila almacenada en la empresa INCOREG CIA. LTDA., mediante análisis de laboratorio propio de la empresa se determinó una proporción de 95% de carbonato de calcio (CaCO_3) puro; lo que, en términos de industria de minerales, puede considerarse un porcentaje alto y de calidad óptima.

El ácido clorhídrico (HCl) que se utiliza tiene una pureza del 37%. Este es el porcentaje más alto que se utilizó para disolver la piedra caliza en el reactor Batch.

El diseño propuesto de la planta consta de un triturador de mandíbulas, un molino de bolas, dos bandas transportadoras, una tolva dosificadora o tolva con mesa dosificadora, dos reactores Batch y dos tanques de almacenamiento (Ver ANEXO I). De acuerdo al estudio de factibilidad, se utilizarán dos reactores Batch para que el proyecto sea rentable; puesto que no se trabajará una jornada entera, se realizará una jornada de 8 horas con una carga de 16 Tn/día, y este peso se dividirá entre cada reactor.

La planta tiene un área de 617 m² que será el espacio donde sean ubicadas las máquinas dichas anteriormente, con el dimensionamiento se obtuvieron datos para el diseño de cada máquina. A continuación, se indica el área que debe ir destinada para cada máquina, y el orden de ubicación. Una visualización más detallada consta en el ANEXO I.

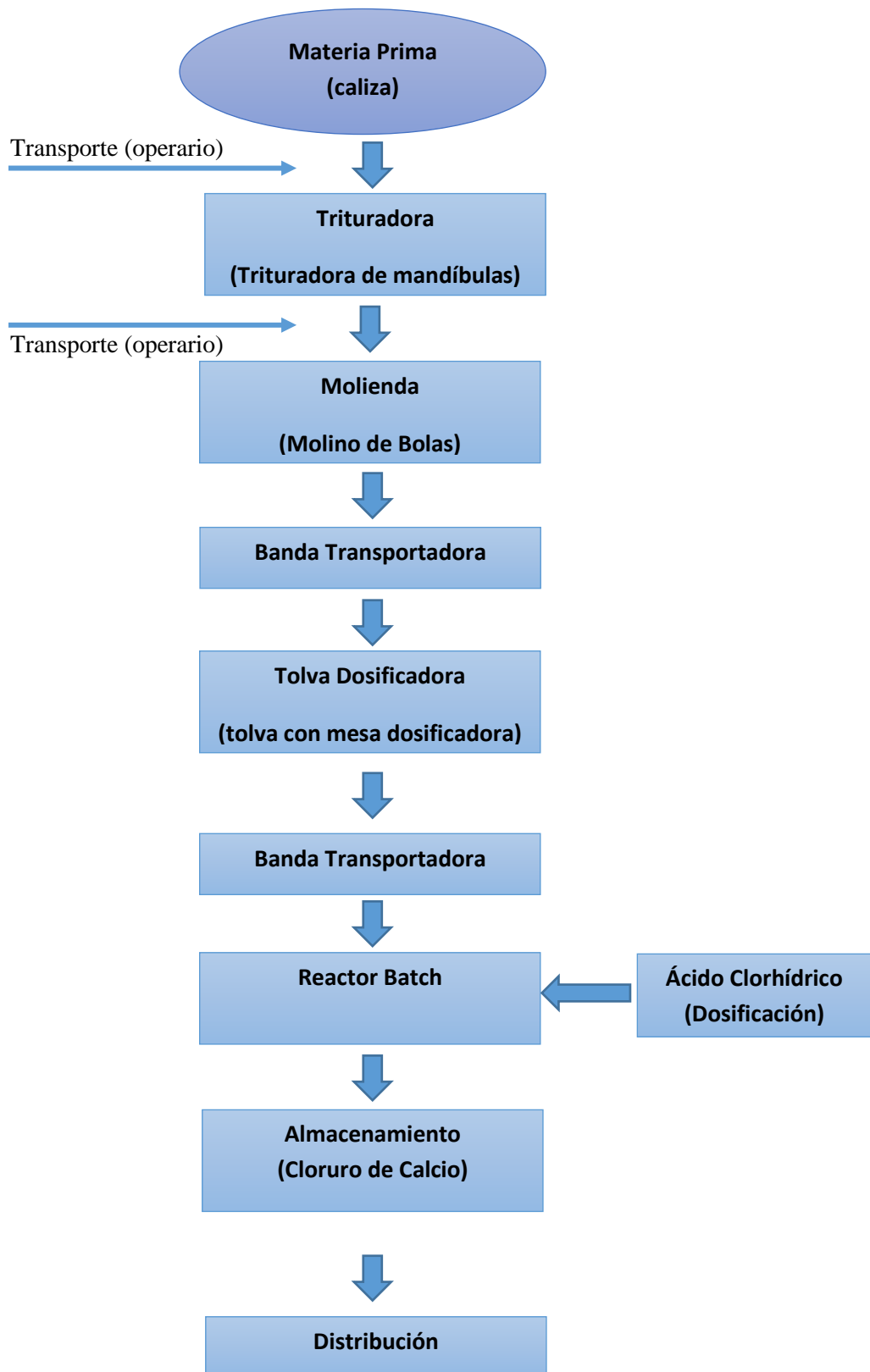
Tabla 12-3: Áreas destinadas para cada máquina

N° de pieza	Denominación	N° de material	N° orden	Observaciones
1	Trituradora de mandíbulas	Según diseño	1	10 m ²
1	Molino de bolas	Según diseño	2	37 m ²
2	Tolva	Según diseño	3	29 m ²
1	Banda transportadora	Según diseño	4-6	67 m ² - 11 m ²
1	Mesa dosificadora	Según diseño	5	22,5 m ²
2	Reactor Batch	Según diseño	7-11	4 m ² - 4 m ²
1	Tanque HCl	Según diseño	8	1,5 m ²
1	Tanque de CaCl_2	Según diseño	9	1,5 m ²
1	Cimiento	Según diseño	10	617 m ²

Realizado por: Carrera, Alex. 2017

Se obtuvo un rendimiento del producto de 95%, densidad de 1,3 g/cm³, pH entre 8-9, viscosidad de 0,0048 Pa·s, estos parámetros se corresponden al número de registro CAS 10043-52-4 (cloruro de calcio).

3.3 Proceso de producción



3.4 Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria.

3.4.1 Requerimiento de materiales y equipos para ensayos de laboratorio

Tabla 13-3: Equipos para ensayos de laboratorio

Etapas	Materiales y equipos
Recolección de muestras	<ul style="list-style-type: none">• Espátula• Recipiente de plástico• Caliza (Materia Prima)
Simulación del equipo de producción. (a nivel laboratorio)	<ul style="list-style-type: none">• Soporte universal• Pinzas para soporte• Columna cromatografía• Bureta de 100 mL• Vaso de precipitación
Dosificación de ácido clorhídrico	<ul style="list-style-type: none">• Sorbona• Vaso de precipitación
Determinación de densidad	<ul style="list-style-type: none">• Balanza Analítica• Picnómetro 10 mL
Determinación de pH	<ul style="list-style-type: none">• pH-metro• Vaso de precipitación
Determinación de viscosidad	<ul style="list-style-type: none">• Viscosímetro digital• Termómetro• Vaso de precipitación

Realizado por: Carrera, Alex. 2016

3.4.2 Requerimiento de materiales y equipos para proceso industrial

Tabla 14-3: Costo de Disolvente

Descripción	Volumen	Valor Unitario	Valor total
Ácido clorhídrico	2000 L (2380 kg)	\$0,55 (1 kg)	\$ 1,309

Fuente: Quimpac-Ecuador

Tabla 15-3: Equipos para producción industrial

Descripción	Potencia	Cantidad	Valor Unitario (IVA 14%)	Valor Total (incluido impuestos)
<i>Trituradora de mandíbulas</i>	30 KW 380-440 V. trifásico	1	USD 25 000,00	USD 28 500,00
<i>Molino de bolas</i>	40 KW, 380-440 V trifásico	1	USD 38 000,00	USD 43 320,00
<i>Banda transportadora</i>	10 HP, motor reductor, 220 V trifásico	2	USD 20 500,00	USD 46 740,00
<i>Tolva</i>	-	1	USD 80 000,00	USD 91 200,00
<i>Mesa dosificadora</i>	-	1	USD 3 508,77	USD 4 000,00
<i>Reactor Batch</i>	Agitador - 1.6 HP, 220 voltios monofásico	2	USD 13 000,00	USD 29 640,00
TOTAL				USD\$ 243 400,00

Fuente: Cami, Ingeniería de procesos

3.5 Análisis de costo/beneficio del proyecto

El análisis del proyecto corresponde a la sustentabilidad financiera. Como sustentabilidad debe entenderse la capacidad que tiene el proyecto de generar liquidez y retorno bajo un nivel de riesgo aceptable. De igual manera liquidez se ha de entender como la disponibilidad de efectivo para cubrir los egresos operacionales y no operacionales. El retorno va más allá de la rentabilidad y comprende los excedentes, resultado de la operación de la empresa, en términos de valor actual. El riesgo representa la volatilidad que tienen los resultados del proyecto bajo un análisis de probabilidades de que ocurra un evento en el que el retorno del proyecto sea negativo. El período de recuperación será el tiempo en que se recupere la inversión. (Kotler, 2001)

3.5.1 Análisis Financiero

Para determinar el análisis financiero y sus índices se correrá el proyecto a través del programa computacional de modelación de la Corporación Financiera Nacional (CFN) y con los índices financieros obtenidos en un escenario real se determinará si es viable o no.

El ingreso de datos exigidos por el programa es el siguiente:

- Plan de inversiones.
- Financiamiento.
- Personal de ventas.
- Detalle de otros costos y gastos.
- Condiciones financieras.
- Materiales directos.
- Materiales indirectos.
- Suministros y servicios básicos requeridos para el desarrollo del proyecto.
- Los costos de mano de obra directa.
- Mano de obra indirecta.
- Personal Políticas de cobros, pagos y existencias.
- Condiciones de los activos fijos durante la vida útil del proyecto.
- Nuevas inversiones y el año en el que se las ejecutará.
- Ventas del proyecto.
- administrativo.

A continuación, el programa presenta los reportes en el siguiente orden:

- Resumen de costos y gastos.
- Balance general histórico y proyectado.
- Tasa interna de retorno financiera (TIRF).
- Flujo de caja proyectado.
- Tasa interna de retorno del inversionista (TIRI).
- Índices financieros.
- Amortización de la deuda.
- Estado de pérdidas y ganancias proyectado.

3.5.1.1 Inversiones y financiamiento

El financiamiento para este proyecto provendrá de la “Empresa Privada” con un total de 230 640 dólares de capital propio y un préstamos de largo plazo que ascienden a un monto de 200 000 USD, un préstamo de mediano plazo de 40 000 dólares, 10 000 dólares financiados por los proveedores; dando un total de 480 640 USD de inversión inicial.

Tabla 16-3: Tabla de financiamiento

		PREOPERATIVOS	
		1	
FINANCIAMIENTO PROPIO		230,64	
FINANCIAMIENTO DE TERCEROS			
- Crédito de proveedores		10,00	
- Crédito de mediano plazo		40,00	
- Créditos de largo plazo 1		200,00	
- Créditos de largo plazo 2		0,00	
		250,00	
TOTAL FINANCIAMIENTO		480,64	
DIFERENCIA		0,00	

Fuente: Corporación Financiera Nacional

3.5.1.2 Presupuesto de capital de trabajo

Se refiere a la cantidad de dinero requerida para la adquisición de materia prima durante cada período. Para el primer año se requieren 50 600 USD, mientras que para el resto de años se requiere en promedio 140 300 USD.

3.5.1.3 Presupuesto de capital de operación

Se refiere a la cantidad de dinero que el proyecto exige para adquirir materia prima, mano de obra directa, gastos administrativos y gastos financieros en cada período. Se puede observar que para el año 1 se requieren 66 400 USD y para el resto de años se requiere un promedio de 6 100 000 USD.

3.5.1.4 Costos administrativos

Se refiere a la cantidad de dineros que el proyecto requiere para el pago de sueldos y salarios para el personal administrativo. Para el proyecto en mención se requiere 80 000 USD para todos los años.

3.5.1.5 Costos financieros

Es el interés que la empresa debe pagar a la institución financiera por cada período; en este caso al término de los diez años deberá pagarse 4 220 USD. En términos financieros una empresa tiene mayor valor a medida que se reducen sus costos de Capital.

3.5.1.6 Tabla de amortización de la deuda

El proyecto requiere del financiamiento de 13 360 dólares a largo plazo, con un interés anual del 6 % anual, sin período de gracia.

3.5.1.7 Presupuesto de costos totales

Se conforma de la sumatoria de costos directos más costos indirectos de producción, más los gastos administrativos y más los gastos de ventas para cada período de vida útil que tiene el proyecto. Para el presente caso se requiere un presupuesto de 4 310 dólares para el primer año y 4 330 dólares para el año 10.

3.5.1.8 Ingresos

Se refiere a los ingresos por concepto de la venta del producto 1, en cada período de vida útil que tiene el proyecto. En el primer año de operación habrá un ingreso por concepto de la venta de 642 000 dólares. Mientras que al final del año 10 habrá un ingreso total de 6 420 500 USD.

Tabla 17-3: Resumen de costos y gastos

RESUMEN DE COSTOS Y GASTOS

Miles USD

PERIODO:	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN										
Mano de obra directa	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20
Materiales directos	215,49	215,49	215,49	215,49	215,49	215,49	215,49	215,49	215,49	215,49
Imprevistos %	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Subtotal	258,69	258,69	258,69	258,69	258,69	258,69	258,69	258,69	258,69	258,69
COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCIÓN										
Costos que representan desembolso:										
Mano de obra indirecta	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60
Materiales indirectos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suministros y servicios	43,76	42,97	42,97	42,97	42,97	42,97	42,97	42,97	42,97	42,97
Mantenimiento y seguros	11,94	11,94	11,94	11,94	11,94	11,94	11,94	12,94	12,94	12,94
Capacitación de personal	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Asesoría técnica ocasional	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Otros	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Imprevistos %	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parcial		93,30	92,51	92,51	92,51	92,51	92,51	92,51	93,51	93,51	93,51
Costos que no representan desembolso:											
Depreciaciones		34,12	34,12	34,12	34,12	34,12	34,12	34,12	36,62	36,62	36,62
Amortizaciones		6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Subtotal		133,72	132,93	132,93	132,93	132,93	126,63	126,63	130,13	130,13	130,13
	% depreciación imputada										
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN		80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Gastos que representan desembolso:											
Remuneraciones		39,60	39,60	39,60	39,60	39,60		39,60	39,60	39,60	39,60
Gastos de oficina		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Movilización y viáticos		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Auditoría		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Arriendos de oficina		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Honorarios de auditoría, directores, otros		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Mantenimiento y seguros		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros (teléfono, fax, comunicaciones, serv. Públicos)		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Imprevistos	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parcial		67,60	67,60	67,60	67,60	67,60	67,60	67,60	67,60	67,60	67,60

Gastos que no representan desembolso:										
Depreciaciones	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amortizaciones	14,52	14,52	14,52	14,52	14,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Subtotal	82,12	82,12	82,12	82,12	82,12	67,60	67,60	67,60	67,60	67,60
% depreciación imputado										
GASTOS DE VENTAS	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Gastos que representan desembolso:										
Remuneraciones	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60
Comisiones sobre ventas 5,0%	32,10	32,10	32,10	32,10	32,10	32,10	32,10	32,10	32,10	32,10
GASTOS ADMINISTRATIVOS	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IMPREVISTOS	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSPORTE	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Imprevistos 0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parcial	66,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70
Gastos que no representan desembolso:										
Depreciaciones	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Subtotal	66,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70
TOTAL	541,24	527,45	527,45	527,45	527,45	506,63	506,63	510,13	510,13	510,13

Fuente: Corporación Financiera Nacional

3.5.1.9 Estado de resultados

Demuestra la utilidad neta en cada uno de los períodos, en todos los años de vida útil habrá utilidad creciente; se inicia en el año 1 con 67 640 USD, y para el año 10 la utilidad será de 84 100 USD.

3.5.1.10 Flujo de caja proyectado

Para que una empresa se mantenga viva su flujo de caja ha de ser siempre positivo, esto significará que los ingresos totales serán mayores que los egresos totales, para el caso motivo de análisis se tiene un saldo final de caja en el primer año de 5 030 USD y flujos crecientes proyectados, en el año 10 el saldo final de caja será de 240 USD. En términos financieros una empresa tendrá mayor valor cuando sus flujos de caja sean crecientes.

3.5.1.11 Balance General

El balance general es la demostración objetiva de la disponibilidad en caja, bancos o activo corriente; de sus activos fijos y depreciaciones, activos diferidos más las obligaciones bancarias. La proyección de este balance en los años de vida del proyecto servirá para comparar las cifras entre los activos corrientes y los activos fijos, si los activos corrientes son mayores que los activos fijos; significa que la empresa tendrá utilidades y estará creciendo, en caso contrario estará trabajando a pérdida y se aproximará a la quiebra.

3.5.2 Evaluación Económica

3.5.2.1 Valor Presente Neto (VAN)

Conocido también como VAN mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios y, es lo que excede a la rentabilidad deseada, después de recuperar la inversión, es decir es la diferencia de todos sus ingresos menos los egresos expresados en moneda actual. (Innovación Empresarial, 2001) El proyecto en análisis tendrá un VAN de 154 480 USD.

3.5.2.2 Tasa Interna de Retorno

Conocida como TIR, es la tasa de descuento en la que el VAN es igual a cero; refleja el retorno que tiene el inversionista en términos porcentuales durante la vigencia operacional del proyecto. Tanto el VAN como el TIR son los indicadores financieros más importantes del proyecto, la evaluación de una institución de crédito sustenta su análisis en el valor en que éstos asuman.

El proyecto en cuestión presentará un (TIRF =21.49 %) y un (TIRI =37.95 %) Esto dirá que tanto los costos financieros estarán ampliamente superados como las expectativas de los inversionistas.

Tabla 18-3: Tasa interna de retorno financiera

**TASA INTERNA DE RETORNO
FINANCIERA (TIRF)**

**VIDA
ÚTIL 10 AÑO**

FLUJO DE FONDOS	PREOPER	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Inversión fija	(348,53)	0,00	(5,00)	(4,00)	(5,00)	0,00	(9,00)	0,00	(30,00)	(54,00)	(293,03)
Inversión diferida	(104,11)										
Capital de operación	(28,00)										
Participación de trabajadores		0,00	(15,91)	(15,03)	(15,41)	(15,78)	(16,16)	(19,64)	(20,03)	(19,80)	(19,79)
Impuestos		0,00	(22,55)	(21,29)	(21,83)	(22,36)	(22,89)	(27,82)	(28,38)	(28,05)	(28,03)
Flujo operacional (ingresos - egresos)	0,00	156,12	169,54	169,54	169,54	169,54	169,54	169,54	168,54	168,54	168,54
Valor de recuperación:											
Inversión fija		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,80
Capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,00
Flujo Neto (precios constantes)	(480,64)	156,12	126,08	129,22	127,31	131,40	121,49	122,09	90,13	66,69	(91,51)
Flujo de caja acumulativo	(480,64)	(324,52)	(198,43)	(69,21)	58,10	189,50	310,99	433,08	523,21	589,91	498,40
TIRF precios constantes:	21,49%										

Fuente: Corporación Financiera Nacional

Tabla 19-3: Tasa interna de retorno del inversionista

**TASA INTERNA DE RETORNO DEL
INVERSIONISTA (TIRI)**

VIDA ÚTIL 10

FLUJO DE FONDOS	PREOPER	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aporte de los accionistas	(230,64)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flujo neto generado + dividendos repartidos	0,00	108,42	81,71	92,34	92,93	99,53	92,12	95,22	65,13	66,69	(172,31)
Valor de recuperación:											
Inversión fija		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,80
Capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,00
Flujo Neto (precios constantes)	(230,64)	108,42	81,71	92,34	92,93	99,53	92,12	95,22	65,13	66,69	(91,51)
Flujo de caja acumulativo	(230,64)	(122,22)	(40,51)	51,84	144,77	244,30	336,41	431,63	496,76	563,46	471,95
TIRI precios constantes:	37,95%										

Fuente: Corporación Financiera Nacional

3.5.2.3 Relación beneficio/ costo

Es la relación en términos de valor actual de los ingresos operacionales y egresos operacionales; permite determinar la generación de excedentes fruto de la actividad principal del proyecto (Kotler, 2001), en el presente trabajo la relación beneficio/costo es de 1.36. Éste índice dice que por cada dólar arriesgado se ha recuperado la inversión más 0.36 dólares.

3.5.2.4 Punto de equilibrio

Es el punto que determina el volumen de ventas del proyecto para que la empresa ni pierda ni gane, en el caso presente este punto corresponde al 71.97 % en promedio.

3.5.2.5 Período de Recuperación

Es el tiempo en que se recupera toda la inversión. Para el presente caso, el período de recuperación es de 3.54 años, significa que en ese tiempo el gestor de este proyecto será dueño de los terrenos y de la maquinaria adquirida y que no adeudará un centavo.

3.5.2.6 Análisis de Sensibilidad

Consiste en determinar el impacto sobre los resultados del proyecto cuando se modifica una variable del mismo y el resto permanece o cuando se modifican algunas variables al mismo tiempo.

3.5.3 Verificación de la Propuesta

La propuesta planteada fue:

Realizar un estudio de factibilidad de un proyecto para producir CaCl_2 , partiendo del estudio de mercado (valor actual neto, tasas de retorno, relación beneficio/costo, punto de equilibrio). La evaluación económica del proyecto sustenta la propuesta:

Tabla 20-3: Valores de estudio de factibilidad

Variable	Valor
La relación beneficio/ costo	1.36
La tasa interna de retorno Financiera (TIRF)	21.94%
La tasa interna de retorno del inversionista (TIRI)	37.95 %
El período de recuperación	3.54 años
El punto de equilibrio	71.97 %

Fuente: Cami, Ingeniería de procesos

En consecuencia, la propuesta planteada en términos económicos-financieros es viable.

3.6 Conclusiones

- La piedra caliza que se utiliza como materia prima para la obtención de cloruro de calcio cuenta con un 95 % de contenido de carbonato de calcio y cumple con lo indicado en la Norma NTC 5059: “Método de ensayo para el análisis químico de caliza, cal viva y cal hidratada”.
- Las variables de importancia para el proceso industrial para obtención de cloruro de calcio son: concentración de carbonato de calcio, presión de equipos industriales, velocidad de transporte de sólidos, flujo volumétrico y concentración de ácido clorhídrico.
- Por medio de cálculos ingenieriles se definió que los equipos industriales que requiere el proceso son: triturador de mandíbulas, molino de bolas, bandas transportadoras, tolva dosificadora, reactores Batch, tanques de almacenamiento. A su vez se realizó el dimensionamiento de la planta y se concluyó que es apropiada para la producción de cloruro de calcio.
- Se validó el proceso mediante ensayos de laboratorio, y se obtuvieron los siguientes datos: rendimiento de 95%, densidad de $1,3 \text{ g/cm}^3$, pH entre 8-9, lo que se representa una proporción de 35% de cloruro de calcio. Dichos parámetros están dentro de lo contemplado en el número de registro CAS 10043-52-4 (cloruro de calcio).
- Las variables de factibilidad específicas al diseño son: relación beneficio costo (1.36), TIRF (21,94%), TIRI (37,95%), periodo de recuperación (3,54 años) y un punto de equilibrio (71,97%) evidencia que dicho diseño es viable tanto económica como financieramente.

3.7 Recomendaciones

- De acuerdo al layout propuesto, se recomienda por cada puesto de trabajo 1 persona y una vez optimizado realizar un estudio de tiempos y movimientos para identificar el tiempo real en que el operario realice sus actividades.
- Realizar un estudio de demanda del producto en la Zona 3 y posteriormente extender a las otras zonas del país.
- Una vez puesto en marcha el proyecto, se recomienda realizar una matriz de riesgos, identificando como principal riesgo la manipulación de reactivos químicos como es el caso de ácido clorhídrico.
- Antes de iniciar el proyecto se recomienda realizar un estudio de impacto ambiental.
- Si existiera más pasos de purificación, tener en cuenta que el rendimiento va a disminuir.

BIBLIOGRAFIA

ALCÁNTARA, J. *Diseño práctico de un Molino de bolas.* Instituto Politécnico Nacional. México. 2008. pp. 58-62.

BASIC IN MINERAL PROCESSING

[http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/EAE6CA3B8E216295C2257E4B003FBBA6/\\$File/Basics-in-minerals-processing.pdf](http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/EAE6CA3B8E216295C2257E4B003FBBA6/$File/Basics-in-minerals-processing.pdf)
2016-08-10

BOHORQUEZ HERNANDO ENRIQUE. bandas transportadoras. *unad.* [En línea] 2011.
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211618/EXELARNING/leccin_9_bandas_transportadoras.html.

BRITO, Hannibal.,*Texto Básico de Operaciones Unitarias.* Riobamba : ESPOCH, 2006

CALCIUM CHLORIDE MANUFACTURING PROCESS,

<http://www.calciumchloride.com/manufacturing.shtml>
2016-05-24

CALCIUM CHLORIDE,

http://www.tetrachemicalseurope.com/index.asp?page_ID=527
2016-05-24

CALCIUM CHLORIDE PRODUCTION,

<https://www.ihs.com/products/calcium-chloride-chemical-economics-handbook.html>
2016-05-24

CAS 10043-52-4., *Registro Oficial de cloruro de calcio.*

COLOMA., ÁLVAREZ., *La Cal: ¡Es un reactivo químico!, 2ª.ed.* Santiago-Chile.,2008.

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, UNIVERSIDAD VERACRUZANA.

Bioingeniería. *sites google.* [En línea] sf.
<https://sites.google.com/site/bioingenieriauv15/unidad-2-biorreactores-y-su-aplicacion/2-1-reactor-tipo-batch>.

GEANKOPLIS, C.J., *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias*. 3ra.ed.; México, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México, 1998.

KOTLER, F., *Dirección de Mercadotecnia*. Mexico : Prentice May, 2001.

LOCK, D., *Gestión de Proyectos*. Madrid : Magallanes, 1999

MOTT, Robert., *Mecánica de Fluidos*. Addison- Wesley Iberoamericana

NTC 5059., *Método de ensayo para el análisis químico de caliza, cal viva y cal hidratada*

PERRY,J., *Perry Manual del Ingeniero Químico*. 6^a.ed. Mexico: Mc Graw Hill Interamericana, 1992. ISBN/970-10-0012-9

STREETER, Víctor L., *Mecánica de los Fluidos*, Mc Graw Hill Interamericana, Cuarta Edición

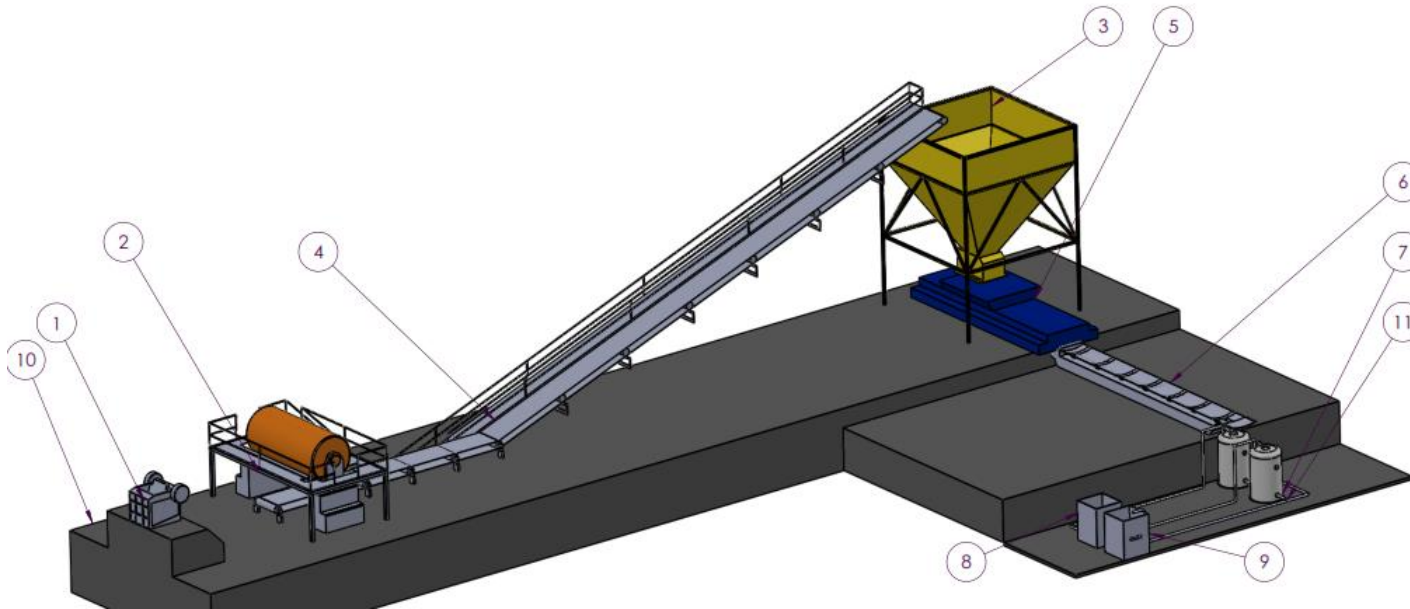
TEGEDER F., MAYER L., *“Métodos de la Industria Química. I. Inorgánica”*. Ed. Reverté, 1987.

VALERA, R., *Innovación Empresarial*. Bogota : Prensa Moderna S.A, 2001, Vol. II

VIAN, Ángel., OCÓN, Joaquín., *Elementos de Ingeniería Química*. España : AGUILAR, 1952

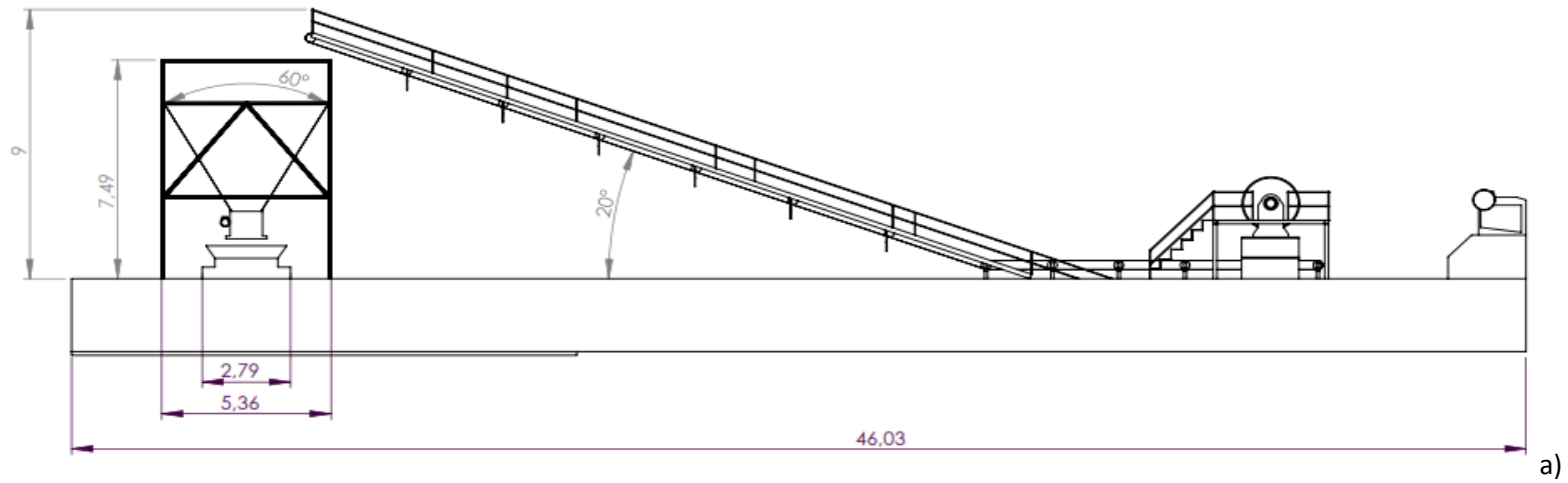
ZURITA, M. *Planta de Trituración para cantera de piedra caliza*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Minas. Octubre 2012. pp. 70-75.

ANEXO A



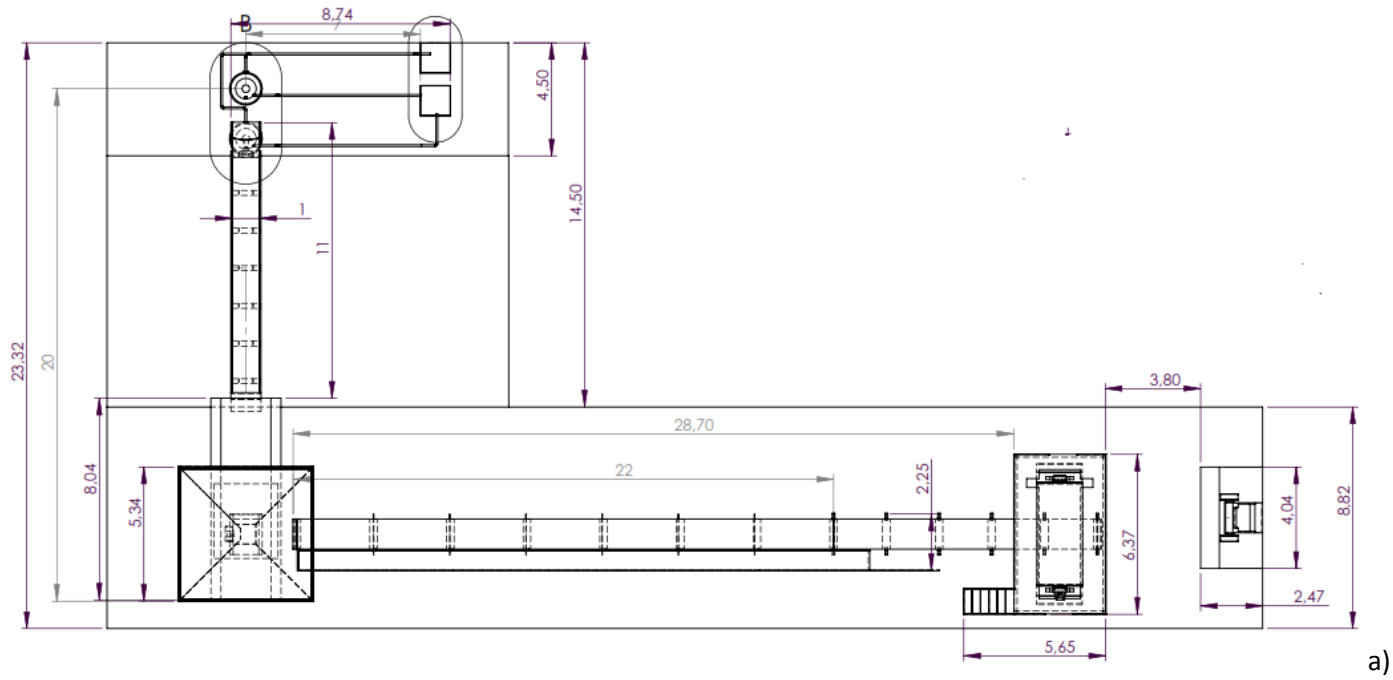
Notas		CATÁLOGO DIAGRAMA		ESPOCH	PRODUCCIÓN DE CLORURO DE CALCIO		
1 Trituradora	7,11 Reactor Batch	Por calificar	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
2 Molino de bolas	8 tanque de HCl	■	┌	ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA	LÁMINA	ESCALA	FECHA
3 Tolva 5 mesa dosific	9 tanque de CaCl ₂ , HCl	Por Aprobar	Por certificar	Realizado por: Carrera Alex	01	1:1	26-01-2017
4,6 Cinta transp	10 cemento	┌	┌				

ANEXO B



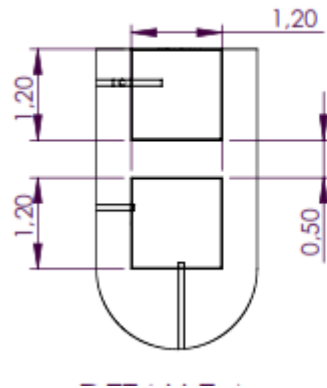
NOTAS	CATÁLOGO DIAGRAMA	ESPOCH	PLANOS DE DISEÑO										
a) Vista frontal planta	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">Por calificar</td> <td style="text-align: center;">Por eliminar</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">┌</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Por Aprobar</td> <td style="text-align: center;">Por certificar</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">┌</td> <td style="text-align: center;">┌</td> </tr> </table>	Por calificar	Por eliminar	■	┌	Por Aprobar	Por certificar	┌	┌	<p style="text-align: center;">FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p style="text-align: center;">ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA</p> <p style="text-align: center;">Realizado por: Carrera Alex</p>	LÁMINA	ESCALA	FECHA
Por calificar	Por eliminar												
■	┌												
Por Aprobar	Por certificar												
┌	┌												
			02	1:1	26-01-2017								

ANEXO C

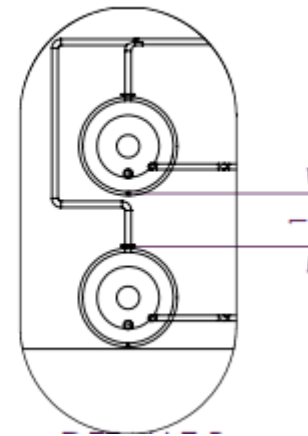


NOTAS	CATÁLOGO DIAGRAMA		ESPOCH	PLANOS DE DISEÑO		
a) Vista superior planta	Por calificar	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA Realizado por: Carrera Alex	LÁMINA	ESCALA	FECHA
	<input type="checkbox"/> Por Aprobar	<input type="checkbox"/> Por certificar		03	1:1	26-01-2017
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

ANEXO D



a)



b)

NOTAS	CATÁLOGO DIAGRAMA	ESPOCH	PLANOS DE DISEÑO																
a) Vista superior Tanques almacenamiento b) Vista superior Reactores Batch	<table border="0"> <tr> <td>Por calificar</td> <td>Por eliminar</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>┌</td> </tr> <tr> <td>Por Aprobar</td> <td>Por certificar</td> </tr> <tr> <td>┌</td> <td>┌</td> </tr> </table>	Por calificar	Por eliminar	■	┌	Por Aprobar	Por certificar	┌	┌	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA Realizado por: Carrera Alex	<table border="1"> <thead> <tr> <th>LÁMINA</th> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>04</td> <td>1:1</td> <td>26-01-2017</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	04	1:1	26-01-2017		
Por calificar	Por eliminar																		
■	┌																		
Por Aprobar	Por certificar																		
┌	┌																		
LÁMINA	ESCALA	FECHA																	
04	1:1	26-01-2017																	